


GLASGOW UNIVERSITY LIBRARY
VIA VERITAS VITA



HANDBUCH

der

vergleichenden Anatomie.

Leitfaden

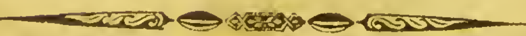
bei academischen Vorlesungen und für Studirende

von

Eduard Oskar Schmidt.

Alle Gestalten sind ähnlich, und keine gleichet der andern;
Und so deutet der Chor auf ein geheimes Gesetz.

Goethe.



Jéna,

Druck und Verlag von Friedrich Mauke.

1849.

c



Herrn

Christian Gottfried Ehrenberg

gewidmet.



Dass ich mit Ihrem Namen, mein verehrter Lehrer und väterlicher Freund, dieses Werkchen schmücke, mag vielleicht etwas Befremdliches haben, da man dergleichen kurzgefassten Handbüchern überhaupt keine Dedication voranzustellen pflegt. Gestatten Sie mir dennoch, hiermit die Pietät gegen Sie kund zu geben, die ich seit jenen glücklichen Zeiten im Herzen trage, wo nicht nur Ihr vom Catheder herab gegebener Unterricht meinen Eifer anspornte, sondern es mir auch vergönnt war, Ihres näheren Umganges zu geniessen und unter Ihrer speciellen Führung auf dem Felde und im Walde die im Kleinen grosse und mächtige Natur zu durch-

forschen und dem tausendfachen Leben im Gewässer nachzuspüren.

Das alte Philosophem πάντα ῥεῖ gilt recht eigentlich von den Naturwissenschaften. Entdeckungen über Entdeckungen, kaum hie und da eine Warte und ein Ruhepunkt, dass dem Unkundigen, wenn er eben einen Ueberblick zu gewinnen bemüht ist, der Kopf wirbelt, und auch der Kundige an eine Bewältigung der Thatsachen selbst in beschränktem Kreise nicht denken darf; so drängt der Strom.

Die Literatur der vergleichenden Anatomie ist in den letzten Jahren durch zwei Lehrbücher vermehrt worden, das eine von R. Wagner und seinen Schülern Frey und Leuckart, das andere von v. Siebold und Stannius, letzteres wohl noch mehr als jenes durch den reichen Inhalt und den genauen Nachweis der Quellen ausgezeichnet. Allein einmal ist die Anordnung des Stoffes nicht der Art, dass die ge-

nannten Werke unmittelbar bei academischen Vorlesungen zu Gründe gelegt werden könnten, weil die Anatomie der einzelnen Thierklassen gegeben ist, nicht aber die Veränderungen der verschiedenen Organe durch alle Klassen hindurch vergleichsweise neben einander gestellt sind. Dann aber ist gerade die Fülle des Dargebotenen eine viel zu grosse für den Anfänger, der sich nicht darin zurecht findet; und man kann sich leicht überzeugen, dass die studirenden Mediciner und Zoologen, obgleich es eine sehr alltägliche Redensart geworden ist, die Medicin könne ohne vergleichende Anatomie gar nicht bestehen, doch nur selten eines jener Bücher in Händen haben. Es mangelt eben an einem für den Anfänger schicklichen Leitfaden, in welchem kurz und bündig die Hauptresultate der Wissenschaft zusammengestellt sind, und dessen gedrängte Uebersichten durch den mündlichen Vortrag noch mehr erläutert und vervollständigt werden können. Die Schwierigkeiten,

diesem Desiderat abzuhelfen, sind für einen Einzelnen, der unmöglich in allen Stücken bewandert ist, sehr gross, um so grösser, als gerade, um Uebersichten zu geben, viel Detailkenntniss erfordert wird. Aus diesem Grunde darf ich von Ihnen, mein verehrter Lehrer, und von meinen Fachgenossen eine billige Nachsicht in Anspruch nehmen.

Jena, im August 1849.

E. O. Schmidt.

Einleitung.

Entwicklung der Zoologie und vergleichenden Anatomie. Bedeutung und Aufgabe der vergleichenden Anatomie.

Viel später, als er sich dem Himmel zukehrte und Bahn und Lage der Gestirne zu bestimmen unternahm, hat sich der wissenschaftliche Blick des Menschen auf die ihn unmittelbar berührende lebende Natur gewandt. Denn erst Aristoteles (383—322 v. Chr.), allumfassenden Geistes, schuf die Zoologie und legte sein Wissen in einem Werke nieder, das in vielen Stücken noch jetzt als Muster der Behandlung aufgestellt zu werden verdient; schon er erkannte, dass das Beschreiben des Aeusseren der Thiere nur der erste Anfang zum Verständniss des Ganzen sei, und dieses nur durch die Zergliederung des Inneren und die Vergleichung der Organe durch alle Thiere hindurch erschlossen werde. Auch auf die Entwicklungsgeschichte dehnte er seine Forschungen aus; so kennt er z. B. lebendig gebärende und eierlegende Haifische; er weiss, dass die Entwicklung des Vogelembryo complicirter ist, als die der Fische. Alexander's Züge in die an Lebensformen so reichen asiatischen Länder gaben ihm Gelegenheit, eine grosse Menge verschiedenartiger Thiere zu sehen. Er theilte die Thiere in zwei Abtheilungen, die blutlosen (*ἀναιμα*) und blutführenden (*ἐναιμα*), eine Eintheilung, die, wenn auch principiell falsch, doch ein rich-

tiger Griff war, da wir noch heute die wirbellosen Thiere den Wirbelthieren entgegenstellen.

Leider wurde nicht in seinem Geiste fortgefahren zu forschen. Einige Schüler des Aristoteles beschäftigten sich mit Anatomie, ohne Bedeutendes zu leisten.

Ein Vorschub für die Erweiterung der zoologischen Kenntnisse wurde durch die Schwelgerei und den Luxus der Römer geleistet, von denen es bekannt ist, mit welchem Aufwande sie sich die seltensten Thiere zu verschaffen wussten. Freilich erstreckte sich ihr Interesse meist nur so weit, als die Leckerei befriedigt oder der grausamen Augenlust gefröhnt ward, und alle Beobachtungen wären mit dem Kaiserreiche selbst zerfallen, wenn nicht in Caius Plinius Secundus (gest. 79 n. Chr.) ein Naturhistoriker erstanden wäre. Gleich aus seiner Eintheilung der Thiere, nach den Elementen, in denen sie leben, ist ersichtlich, wie weit er hinter Aristoteles zurücksteht, indem bei ihm ein zufälliges, unwesentliches Moment, der Aufenthalt, Hauptgesichtspunkt wird.

Die Anatomie wurde (um 131 n. Chr.) durch Galenus gefördert, der den Bau des menschlichen Körpers aus der Zergliederung von Thieren kennen zu lernen bemüht war.

Das nun bald aufkommende Christenthum nahm alle Kräfte für sich in Anspruch, und daher ist viele Jahrhunderte hindurch von einer Zoologie nicht die Rede, wenn wir nicht etwa eines spanischen Bischofs, Isidor von Sevilla gedenken wollen, der in einer Geschichte der christlichen Dogmen und Päbste auch die ihm bekannten Thiere aufzählte. Was in diesem Zeitalter über Thiere geschrieben ist, trägt das Gepräge des Mystischen. Man sympathisirte mit der geheimnissvoll erscheinenden Natur, und wie von dem geheimen Sinne der Zahlen, so sprach man auch von den geheimen Kräften der Steine, Pflanzen und Thiere, für die das alte und neue Testament als

Norm galt, und denen man eine Menge fabelhafter Wesen anreihte.

Erst Albertus Magnus (im dreizehnten Jahrhundert) fasste das Thierreich wieder als ein Ganzes auf, dem Plinius folgend. Mit dem funfzehnten Jahrhundert wurde durch die grossen geographischen Entdeckungen ein reiches Material herbeigeführt.

Voll von Beobachtungen, wenn auch für die Systematik ohne Einfluss, ist das lexicalische Werk von Conrad Gessner (1516—1556), einem grossen Sprachgelehrten, der als ächter Philolog seine und Anderer Beobachtungen in alphabetischer Ordnung zusammentrug und mit getreuen Kupfern begleitete.

Wie Gessner für Deutschland, so war für England der Wiedererwecker der zoologischen Studien Wotton (1555), ein Arzt in Oxford, der mit sorgfältiger Benutzung des aristotelischen Systems Licht und Ordnung in die verworrene Masse bringt. Ihm verdankt die Fledermaus ihren Platz unter den Säugethieren.

Auch in Italien war es ein Arzt, Ulysses Aldrovandus (—1605), der mit einer staunenswerthen Belesenheit ein glückliches Urtheil bei der Vertheilung der Thiere verband, sich an den aristotelischen Wotton haltend. Am glücklichsten aber in der Bemeisterung der Masse war der Engländer Ray (1628—1705). Sein Verdienst ist, dass er zuerst das bisher herrschende System des Aristoteles erschütterte, indem er die Lücken darin bemerkte, unter andern den Begriff von Blut berichtigte, obschon er die alte Eintheilung in Thiere mit und ohne Blut beibehielt.

Das siebzehnte Jahrhundert überhaupt zählt eine Menge der bedeutendsten Namen und der folgereichsten Entdeckungen, wohin vor Allem Harvey's Lehre von dem Kreislaufe des Blutes zu rechnen. Jene und eine etwas spätere Zeit war es auch, wo mit dem Mikroskope dem

Forscher gleichsam ein neues Organ verliehen wurde und die Malpighi, Swammerdam, Leeuwenhoek und Andere als die Galilaei der feineren Structurverhältnisse und der unsichtbar kleinen Lebensformen sich berühmt machten.

Vorgänger und Zeitgenosse von Linné war der Systematiker Klein (1674—1759), der bis zu seinem Ende die heftigste Opposition gegen die emporwachsende Autorität jenes bildete. Er trat in einer Schrift „*Summa dubiorum*" gegen das Linnéische System auf, das seinige, lediglich auf die Zahl der Füsse begründete, in der strengsten Consequenz ausführend, woher denn auch nirgends auffälliger als bei Klein die Lücken und Sprünge eines einseitigen künstlichen Systems hervortreten. In dieser strengen Behauptung seiner Ideen liegt aber ein grosses Verdienst Klein's, indem er indirect zur Berichtigung und Bereicherung der Linnéischen Ansichten beitrug.

Jedoch auch das System, mit welchem Linné (1707—1778) die Zoologie bereicherte, litt noch an vielen Unvollkommenheiten; der vornehmste Nutzen, den die Thierkunde von ihm zog, lag in der Erfindung einer wissenschaftlichen, bequem zu handhabenden Sprache, indem er zuerst die Benennung der Art mit dem Gattungsnamen verband und überhaupt ein bestimmtes Schema nach Klassen, Ordnungen, Familien u. s. f. aufstellte. Hierdurch und durch die vortreffliche Wahl der Namen selbst half er der grenzenlosen durch die vielen Synonymen hervorgerufenen Verwirrung ab. Dabei fehlten ihm leider die anatomischen und physiologischen Kenntnisse, und so entstanden die grossen Mängel seines Systems, weil auch er nicht das ganze Thier in Betracht zog und nur nach äusseren Merkmalen ordnete. Die Quelle der Fehler Linné's liegt also mit einem Worte darin, dass er kein Zootom war.

Derselbe Mangel anatomischer Einsicht trifft die mei-

sten der Anhänger Linné's, bis in Cuvier (1769—1832) sich dasjenige universelle Wissen mit der bewundernswerthen Gabe der Beobachtung vereinigte, wodurch er zum Schöpfer der neueren wissenschaftlichen Thierkunde wurde, welche die Zootomie und vergleichende Anatomie zur Grundlage und zugleich zum Ausgangspunkte der Forschungen sich gestellt hat.

Es ist klar, dass es ein einseitiges Ding ist, bei der äusserlichen Betrachtung der Thiere stehen zu bleiben, dass vielmehr das höhere Interesse erst dann befriedigt werden kann, wenn wir von dem innern Bau uns unterrichtet haben. Allein durch die Vervollkommnung aber unserer Einsicht in das ganze Thier und die Verbindung der inneren und äusseren Merkmale dürfen wir hoffen, ein richtiges systematisches Gebäude aufzuführen; und so theilte Cuvier das Thierreich nicht nach willkürlich herausgegriffenen Organen, etwa den Bewegungswerkzeugen, oder gar nach dem Aufenthaltsorte ein, sondern nach der Gesammtorganisation. Nur durch Erforschung der anatomischen Einzelheiten treten die Verwandtschaften und Unterschiede der Thiere genügend hervor.

Sind wir nun aber auf solche Weise dahin gelangt, uns das Ganze gegliedert zu haben, so würde das Thiersystem ein todter Körper sein, wenn wir nicht das Lebendige und wahrhaft Geistige an ihm hervorzuheben trachteten, wenn wir nicht die gemeinsamen Momente der Organismen, die gemeinsamen Gesetze der Organisation studiren wollten. Und darum ist in unserer Zeit Zootomie und vergleichende Anatomie auch Zweck und Ende der Zoologie.

Nachdem Cuvier also die Unzulänglichkeit der rein descriptiven Naturgeschichte, der gegenüber man wohl eine höhere anatomische und physiologische Naturwissenschaft zu nennen pflegt, erkannt, durch seine Behandlung die Zoologie mächtig gehoben, mit ihr zugleich aber und

auf's Innigste mit ihr verschmolzen die vergleichende Anatomie geschaffen, möchte von selbst einleuchten, dass beide Disciplinen ungefähr dieselben Thatsachen zu verarbeiten haben, dass aber im Verbrauch und in der methodischen Zusammenstellung derselben ein wesentlicher Unterschied beruht, da die Zoologie in dem zweckmässigen Beschreiben und Ordnen der Thiere sich eine besondere Aufgabe gestellt hat.

Die vergleichende Anatomie ist, mit Cuvier zu reden, die Erforschung der Gesetze der thierischen Organisation und der Veränderungen, welche jene Organisation in der Reihe der Thiere erfährt (*l'étude des lois de l'organisation des animaux et des modifications que cette organisation éprouve dans les diverses espèces*). Sie hat also in der Mannigfaltigkeit der Formen das Princip der Einheit, die Ideen zu finden, welche die Natur in der Bildung der Organe und Organsysteme zur Erscheinung brachte und in's Unendliche modificirte und variirte. Sie soll die in den beseelten Wesen waltende Vernunft Schritt vor Schritt verfolgen und zu erkennen streben; das ist ihr Ideal, und zu dem möge Jeder, der die Hallen der Natur, sie zu durchforschen, betritt, hinauf blicken, sollte dieses Ziel auch bald als ein unerreichbares erscheinen. Unsere Wissenschaft sucht die Gesetze der Organisation dadurch zu begreifen, dass sie die Veränderungen dieser Organisation neben und nach einander vergleicht, das Wesentliche von dem Unwesentlichen scheidet, das Typische hervorhebt.

Somit haben wir also die Organe und organischen Systeme, die in dem einzelnen Thiere zu einem Organismus verbunden, jedes für sich durch das ganze Thierreich zu begleiten, wollen aber zuvor noch die wichtigsten Momente der zoologischen Systematik uns vergegenwärtigen, zum Behuf der im Allgemeinen einzuhaltenden Reihenfolge der Betrachtung.

Die Grundformen der Thiere.

Während die Pflanze sich selbst gleichsam zur Schau trägt oder durch eine offene Verhüllung ihrer Organe den Blick anlockt, dass er mit Befriedigung und Wohlgefallen auf dem harmonischen Wechsel schöner Linien und Flächen ruht, verschliesst das Thier die Werkzeuge, an welche die verschiedenen Aeusserungen des Lebens gebunden sind, nach Innen. Die Gestalt ist, wie es scheint, das Untergeordnete, nur im Dienste der innern Vorgänge, nicht das alleinige Resultat derselben. Und wenn wir im Allgemeinen die ganze Mannigfaltigkeit der Pflanzenformen als plastisch schön betrachten können, so müssen wir wohl von den Thiergestalten sagen, sie seien zweckmässig. Daher kann auch eine nicht streng wissenschaftliche Beschäftigung mit den äusseren Erscheinungen der Pflanzenwelt fesseln, weil das ästhetische Gefühl dabei in hohem Maasse seine Rechnung findet, kaum aber vermögen die blossen Thierformen länger unser tieferes Interesse in Anspruch zu nehmen, wenn sie nicht in ihrer unzertrennlichen Beziehung zum innern Organismus aufgefasst werden. Geschieht aber dies, und gewährt uns eine solche Anschauung zugleich eine Einsicht in die natürliche Gliederung der empfindenden Wesen, aus denen durch das Ebenmaass leiblicher Bildung und den ihr eingepflanzten Funken der Gottheit der Mensch hervorragt, so möchte dadurch dem wissbegierigen Geiste leicht genug gethan werden.

Denken wir uns einmal, der grosse Bildersaal der Natur hätte uns die verschiedenartigsten Thiere gezeigt; von den Vögeln, die im fröhlichen Gesange durch die Zweige flattern, sind die Augen auf die mühsam und träge am Boden kriechende Schnecke gezogen worden; dort umschwärmt der bunte Schmetterling die Blüthe, um von ihrem süssen Safte sich zu nähren, hier schlüpft die klug-

äugige Eidechse durch das Moos. Dann wieder sind wir am Meere gewesen, und sein Schoos schien Myriaden belebter Geschöpfe zu bergen, die vielgliedrigen Nereiden, die Seesterne, die schönfarbigen Quallen, von der Windstille aus der Tiefe an die Oberfläche gelockt, und das Heer der Polypen, durch deren massenhafte Kolonieen Riffe und Inseln gebildet werden, während nur dem bewaffneten Auge der zartere Bau der Einzelthiere sich erschliesst. Was braucht es noch mehr Namen, von dem Wallfische herab bis zu den mikroskopischen Thierchen, die das Wasser so dicht erfüllen, dass von ihrem eigenthümlichen Phosphorglanze die Furche, welche das Schiff zieht, weithin wie Feuer leuchtet. Ist das ein Chaos von Gestalten, oder ist Plan und Ordnung darin? Gewiss ist es kein Chaos, denn die Natur geht nach ewigen Gesetzen und liebt Maass und Regel; und so wird auch die Unzahl der thierischen Formen dem Gesetz unterthan sein, und der sorgsame Beobachter wird auch hier trennen und vereinigen können, wie ja schon der schlichte Alltagsverstand den Vogel zum Vogel, den Käfer zum Käfer stellt.

Wie aber soll Ordnung und Gliederung in die Menge gebracht werden? Sehen wir den Menschen auf der Höhe seiner Macht, als Herrn über die belebte und unbelebte Natur, sehen wir ferner Thiere, die dem Menschen an Gestalt ähneln, andere, die sich mehr und mehr davon entfernen, wieder andere, die kaum noch Kopf und Glieder haben, bis die punktförmige Monade nur noch durch ihre Bewegung auf ihre Thierheit schliessen lässt, so liegt der Gedanke nah, es bilden die Thiere von jener unvollkommensten Monade bis zum vollendetsten Säugethiere eine ununterbrochene, stetige Reihe, in der je zwei noch so verschiedene Formen durch die zwischen ihnen liegenden Glieder direct mit einander verbunden seien und die ihren höchsten Abschluss in dem Menschen habe. Wie im Laufe der vieltausendjährigen Erdrevolutionen die

schöpferische Kraft der Erde immer vollkommnere Organismen zu erzeugen im Stande gewesen, bis zum Menschen, dem Endpunkte einer unendlichen Vergangenheit, wie der geistreiche Steffens sich ausdrückte, so ist es auch jetzt, nach jener Betrachtungsweise, mit der grossen Reihe der Thiere. Es würde also die genaueste Rangordnung stattfinden, die Organisation sich von oben herab vereinfachen und nach Maassgabe der mehr oder minder zusammengesetzten und kunstreicheren Körperstructur würden auch die seelischen Fähigkeiten, die Aeusserungen der thierischen Willkür einen gleichen Stufengang zu beobachten haben.

So müsste z. B. jedes Thier, das ein inneres Knochengerüst hat und dessen Centralnervenmasse in einer aus einzelnen Knochenringen, den Wirbeln, zusammengesetzten Röhre oder der dieser Röhre äquivalenten Knorpelscheide enthalten ist, ein beliebiges Wirbelthier, absolut höher stehen, als ein anderes Thier, es heisse wie es wolle. Denn in die Reihe von den Säugethieren durch die Vögel und Amphibien zu den Fischen, welche alle das die Weichtheile stützende Knochenskelett charakterisirt, andere Glieder der Reihe, etwa Käfer, einzuschieben, das ist noch Niemanden eingefallen. Nun giebt es aber einen jetzt unbezweifelten Fisch, den *Amphioxus lanceolatus*, den die ersten Entdecker für ein den Wegeschnecken verwandtes Thier hielten, der hat keine Augen, kein Herz, auch fehlt ihm ein eigentliches Gehirn; weil aber aus späterer genauerer Zergliederung sich ergab, dass das vermeintliche Weichthier ein wirkliches Rückenmark besitze, umgeben von einer Knorpelscheide, wie sie noch andere Fische haben, und welche die erste Anlage der Wirbelsäule ist, musste man den *Amphioxus* als ein vollgültiges Wirbelthier ansehen. Stellen wir nun diesem Fische, in welchem der edle Bau des menschlichen Leibes zu einem Schatten herabgesetzt ist, eines jener lebhaften,

goldglänzenden Insecten entgegen, dessen musivisch zusammengesetzte Augen weit mehr Gegenstände zu gleicher Zeit abspiegeln, als unser Gesichtskreis aufzunehmen vermag, das auf viele hundert Schritte die Nahrung wittert, so muss man doch wohl das Insect über den Fisch stellen. Andere Beispiele können unsre Bedenken, wie wir die Thiere in einer Reihe ordnen sollen, noch mehr erhöhen. Ohne Zögerung wird dem unbefangenen Beobachter eine Spinne, die ihr kunstreiches Gewebe anlegt, oder eine Krabbe, die mit der Schnelligkeit der Maus dem Verfolger sich entzieht, für höher organisirt erachten als die stumpfsinnigen Sandwürmer, die das Meeresgestade durchwühlen; aber nicht weit davon schlängeln sich lebhaft andere Würmer durch das Wasser, begabt mit Augen und Tastwerkzeugen, während an den Kiemen der Fische jene unförmlichen Schmarotzerkrebse hängen, die kaum noch durch eine schwache Bewegung errathen lassen, dass sie Thiere sind. Stehen nun die Krebse allesammt über den Würmern? Wie wir eben gesehen, lässt sich das keineswegs behaupten; jedoch eben so wenig findet der umgekehrte Fall statt. Die Ansicht von der stufenweisen Entwicklung des gesammten Thierreiches ist mithin nicht haltbar; wenn wir aber die von uns angeführten Beispiele, aus welchen wir die Unzulänglichkeit jenes Princips darzulegen versuchten, einer genaueren Prüfung unterwerfen, so werden wir dadurch auf andere Ideen geleitet, die für unser Vorhaben, das Thierreich zu gliedern, fruchtbarer zu werden versprechen.

Wir haben oben das Wort Wirbelthier gebraucht; Säuger, Vögel, Amphibien, Fische, sie alle vereinigen sich in diesem Namen, weil ihr Bau sich nach einem gemeinsamen Plane richtet, weil sie allein die Wirbelsäule besitzen. Indem sich nun die innere Axe gleichsam als der Tragebalken des ganzen Gebäudes heraus-

stellt, oder als der Grund für eine vielfach varirte Ausführung, liegt die Frage auf der Hand, ob sich denn überhaupt in der Weise, wie wir es oben unternommen, ein Käfer, eine Schnecke, ein Polyp mit den Wirbelthieren vergleichen lasse, um ihn daran anzureihen. Wenn der Mittelpunkt der Organisation dort die Wirbelsäule war, dieselbe aber bei der grossen übrig bleibenden Masse der empfindenden Wesen gar nicht mehr vorhanden ist, so zerfällt uns hiermit das Thierreich schon in zwei scharf von einander geschiedene Haufen, die *Wirbelthiere* und die *wirbellosen Thiere*, und alle, die wir zu den ersteren zählen, stimmen überein in der architectonischen Anlage, in dem Bauplane ihrer Organisation, sie tragen alle das Gepräge eines gemeinsamen Typus, einer gemeinsamen Grundform, hinlänglich durch das Wort Wirbelthier bezeichnet.

Von den wirbellosen Thieren wissen wir bis jetzt freilich weiter nichts, als dass sie eben andere Thiere als Wirbelthiere, wir wissen nur, was sie nicht sind, während uns noch jedes wirkliche Kennzeichen für sie fehlt. Es ist also die gewonnene Eintheilung nur auf der einen Seite eine natürliche, auf das Wesen der Organisation begründet zu nennen; für die andere Seite haben wir nicht die entfernteste Bürgschaft einer Uebereinstimmung, vielmehr müssen wir nach unsern obigen Beispielen schliessen, dass wir unter den wirbellosen Thieren die verschiedenartigsten Formen mit einander vermengt haben. Da wir aber schon eine bestimmte thierische Grundform festzuhalten im Stande gewesen, und es von vorn herein unwahrscheinlich, ja unmöglich scheint, die Nicht-Wirbelthiere ebenfalls als Variationen *einer* Grundform zu betrachten, so ist es selbstredend, dass wir nach den mehreren Typen oder idealen Bauplänen suchen, durch und um welche sich die wirbellosen Thiere gruppiren.

Eine ihr Haus umherschleppende Schnecke und ein

geflügeltes Insect bieten dem Auge keine oder wenige Vergleichungspunkte dar, wenn wir absehen von dem beiden anhängenden Begriff der Thierheit und den dadurch bedingten mannichfachen Beziehungen der Organisation. Freilich haben beide einen Ernährungskanal, Fresswerkzeuge, Schlund, Magen, Darm, mit verschiedenen Drüsenanhängen, beide athmen, beide bewegen sich durch Muskeln, und doch wie fremdartig sind sie einander. Zwar kann man an der Schnecke einen Kopf unterscheiden, aber unmerklich geht er in den Hals über und an diesen schliesst sich ein Ballen von Eingeweiden, während die breite Sohle kaum den Namen eines Fusses verdient. An dem Insect dagegen ist Alles gegliedert. Kopf, Brust, Hinterleib sind bestimmt von einander geschiedene Körperabschnitte, wiederum aus einer Anzahl Ringe zusammengesetzt; jeder der drei Brustringe trägt ein Fusspaar, und auch die Füsse bestehen aus einer Reihe gelenkig mit einander verbundener Ringe oder Glieder. Eben so deutlich tritt diese Gliederung bei den Fühlhörnern hervor, und selbst die Mundtheile, Kinnbacken und Kinnladen sind nach diesem Princip gebaut. Diesen schon äusserlich so stark ausgeprägten Verschiedenheiten entsprechend ist auch die Anordnung des Nervensystems in Schnecke und Käfer. Sie besitzen beide einen sogenannten Nervenschlundring, aber der Schnecke fehlt die doppelte Reihe von Ganglien, die bei dem Käfer in der Mitte der Bauchhöhle verläuft. Die Schnecke ist ein Weichthier, der Käfer ein Gliederthier.

Die Cuvier'sche Abtheilung der Gliederthiere umfasst aber zu ungleichartige Organismen, als dass wir sie, nach dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft, beisammen lassen könnten. Den eigentlichen Insecten reihen sich von selbst die Spinnen und Krebse an, von denen allen die neuere Chemie nachgewiesen hat, dass in ihren äusseren Bedeckungen ein eigenthümlicher Stoff, das Chitin, sich

findet. Dies Chitin fehlt nun ganz dem grossen Haufen der Würmer, den Thieren, bei denen zwar auch noch die Längendimension vorherrscht, und deren Körper oft noch in Ringe zerfällt, aber in Ringe, die sich fast indifferent gegen einander verhalten, beinahe gleichwerthig vom Kopf zum Hinterende, und in denen sich daher oft die innern Organe in einer Weise wiederholen, wie es bei den eigentlichen Gliederthieren oder Arthropoden nie der Fall ist. Nie besitzen die Würmer gegliederte Anhänge als Bewegungswerkzeuge, während das mannigfache Vorkommen von innern und äussern Flimmerorganen bei ihnen einen ferneren wichtigen, physiologischen Unterschied von den Arthropoden bezeichnet, denen die Flimmerorgane gänzlich mangeln.

Wir wenden uns zur Feststellung einer fünften Grundform, derjenigen der Strahlthiere.

Bei den vorhergehenden Typen, selbst bei den meisten Weichthieren, wird der Körper durch eine Längsaxe in zwei symmetrische Hälften zerlegt; die in der Axe liegenden Organe pflegen in der Einzahl, unpaarig, vorzukommen, die übrigen paarig. Bei den Weichthieren ist zwar diese Symmetrie nach der langen Axe des Körpers, nach rechts und links, sehr oft gestört, doch lassen sich auch die scheinbar unsymmetrischsten Gestalten auf das Princip seitlicher Symmetrie zurückführen und eine grosse Reihe von Schnecken ohne Gehäus und zweischaligen Muscheln giebt den unzweideutigsten Beleg dafür.

In den Strahlthieren lernen wir nun einen durchaus anderen Baustyl kennen. Wer sich nur einige Tage an der Meeresküste aufgehalten, hat gewiss die so häufig von den Wellen an's Land geworfenen Seesterne gesehen, die schon der Name als Strahlthiere bezeichnet. Haben auch einige scharfsinnige Naturforscher auf eine gewisse seitliche Symmetrie, ein Rechts und Links der Asteriden hingewiesen, so veranschaulichen doch gerade sie sehr

vollkommen die wesentlichen Sonderheiten des fünften Thiertypus. Der Körper ist nicht durch eine Längsaxe determinirt, und danach sein Vorder- und Hintertheil bestimmt, sondern geordnet um einen Mittelpunkt, oder um eine Ober- und Unter-, Rücken- und Bauchfläche verbindende Axe, von wo die Organe in mehreren oder vielen Richtungen ausstrahlen. In diesem Centrum pflegt die Mundöffnung zu liegen, umgeben von einem Kreise von Fühlfäden und Tentakeln. Auch die Magenhöhle ist in der Regel eine mittlere, mit oder ohne strahlenförmige Aussackungen und Anhänge, immer in Uebereinstimmung mit der Grundzahl des Strahlensystems.

Bei den flachen Formen der Seesterne ist es von selbst einleuchtend, dass die Unterscheidungen von vorn und hinten ganz zurücktreten, während das Oben und Unten, die Bauch- und Rückenseite sich besonders bemerklich machen, und sich mit Leichtigkeit in dieser Richtung eine Axe denken lässt.

Cuvier, der zuerst die Wichtigkeit der Aufstellung der Thiertypen für eine natürliche systematische Anordnung des Thierreichs erkannt, glaubte, die Infusorien den Strahlthieren beigeben zu müssen, weniger jedoch gestützt auf eine genauere Kenntniss dieser Organismen, als weil sie eben zu keinem andern Typus recht passen wollten. Es lassen sich allerdings eine Anzahl Infusorien auf den strahligen Typus zurückführen, allein bei der grösseren Menge gelingt dies nicht. Wir wollen daher vor der Hand, wie dies von mehreren namhaften Zoologen geschehen ist, die Infusorien als eine gesonderte Thiergruppe ansehen, ohne sie einem der besprochenen Thiertypen unterzuordnen, zusammengehalten durch das Verhalten des Verdauungsapparates, indem die Nahrung in viele innere hohle Bläschen oder Magen aufgenommen wird.

Die Thierklassen.

Es kann nicht beabsichtigt werden, hier ausführlicher in die Systematik einzugehn, das muss der Zoologie überlassen bleiben; die folgende flüchtige Charakteristik der einzelnen Klassen soll vielmehr nur als Ergänzung der obigen Darstellung dienen und dem Leser diejenige Eintheilung vorlegen, an die wir uns im Allgemeinen in Zukunft halten werden. Die einzelnen Thierklassen, ein besonderer Ausdruck der verschiedenen Typen, modificiren dieselben nach den Bedingungen der Lebensweise, des Aufenthaltes und anderer Möglichkeiten; in ihnen sind die idealen Baupläne auf diese und jene Art verkörpert, der Art ungefähr, wie, um in einem früher gewählten Gleichnisse zu bleiben, der byzantinische und der gothische Styl, jeder innerhalb seiner Regeln, zu ganz verschiedenen Zwecken verwendet werden können.

Bleiben wir zunächst bei den Wirbelthieren stehen, so wird es uns nicht schwer fallen, zu zeigen, wie bei den hierher gehörigen Klassen der Typus, den Lebensbedingungen angemessen, verschiedentlich ausgeprägt ist.

Mit dem Menschen ist den

Säugethieren,

deren wesentlichster Charakter im Namen ausgesprochen ist, das feste Land zum Wohnsitz angewiesen, abgesehen von den meerbewohnenden Robben, Delphinen und Wallen. Mit der mehr oder minder biegsamen Wirbelsäule sind daher solche Gliedmassen verbunden, welche am geschicktesten zum Gehen, Laufen, Springen, Klettern sind. Während der Mensch aber nur zwei Gliedmassen zum Gange braucht, in den Händen aber ein vollkommenes Greif- und Tastwerkzeug hat, gehen die Säugethiere auf allen Vieren; denn auch der Affe ist nur durch Zwang und Peitsche zu einem menschenähnlichen, vorn überge-

bückten Gange zu bewegen, in der Freiheit bedient er sich seiner vier Hände zum Laufen und Klettern. Mögen nun, bei den Raubthieren, die Hände und Füsse des Menschen in die dem schnellen Laufe wie dem Festhalten der Beute günstigen Pfoten und Tatzen verwandelt, oder durch eine grössere Verkürzung des Oberarms und Oberschenkels, die Streckung eines Mittelhand- und Mittelfussknochens und die Ausbildung nur einer oder zweier, mit hornigen Hufen versehenen Zehen für die Flüchtigkeit der Hufer gesorgt sein, so sind doch alle diese Veränderungen von untergeordneter Bedeutung und geben nur zu weiterer Gliederung der Klasse Anlass.

Das Knochengerüst der zweiten Wirbelthierklasse, der

Vögel,

zeigt eine bei weitem grössere Einförmigkeit, indem der Bau der allermeisten Vögel für den Flug berechnet ist. So sind die Knochen des Rumpfes, der den starken Bewegungen der Flügel Widerstand leisten muss, nur wenig gegen einander beweglich, die Rücken- und Lendenwirbel fest verschmolzen, die Rippen tragen Querfortsätze, um einander zu unterstützen, das Brustbein ist breit und stark und mit einem hohen Kamme zum Ansatz der Flügelmuskeln versehen, und die zu einem Knochen, der Gabel, verbundenen Schlüsselbeine verhindern das Zusammendrücken der Brust durch den Flügelschlag. Bei dieser Starrheit des Rumpfes ist aber durch die grosse Beweglichkeit der Halswirbel und Schwanzwirbel dafür gesorgt, dass der Vogel mit Leichtigkeit seinen Flug lenken kann. Wir haben später diese und andere Modificationen des Säugethierskelettes, z. B. die Umwandlung der Vorderfüsse in Flügel, einer näheren Betrachtung zu unterwerfen. Auf eine, mit dem Flugvermögen im engsten Bezug stehende Eigenthümlichkeit können wir nicht unterlassen, gleich hier aufmerksam zu machen, auf die so-

genannte Pneumaticität. Da ausser von starken Bewegungswerkzeugen die Leichtigkeit des Fluges hauptsächlich davon abhängt, dass dem Körper mit einem möglichst kleinen Gewicht eine möglichst grosse Ausdehnung gegeben ist, so sind nicht nur viele Knochen hohl, sondern der Vogel besitzt noch innere grosse Säcke, welche von den Lungen aus mit Luft gefüllt werden können und so den Körper ausdehnen, ohne ihn schwerer zu machen. Dass die Federdecke der Vögel in dieses Bereich gehört, bedarf wohl kaum der Erinnerung. Gerade weil dem einzigen fliegenden Säugethiere, der Fledermaus, diese Pneumaticität abgeht, sind bei ihr die äusseren Flugwerkzeuge, um den schweren Körper zu tragen, viel ausgedehnter. Die Flughaut ist nicht nur zwischen den Fingern ausgespannt, sondern auch zwischen Vorder- und Hintergliedmassen und zwischen Hinterfüssen und Schwanz.

Eine solche innere und äussere Uebereinstimmung, diese Gleichförmigkeit der Gestalt bei mannigfaltigem Naturel, verbunden mit einer seltenen Abgeschlossenheit gegen die übrigen Wirbelthierklassen, wie bei den Vögeln, findet sich keineswegs bei den

Amphibien.

Wenn sich nun aber auch das Skelett der Amphibien in sehr abweichenden Richtungen ausgebildet hat, deren Verfolgung uns später obliegt, wird es doch nicht schwer fallen, auch ohne jetzt in verwickelte anatomische Einzelheiten einzugehn, das gemeinsame Gepräge der Amphibien herauszufinden. Die Stumpfsinnigkeit dieser Thiere, die keinerlei Kunsttriebe äussern, die Trägheit, das zähe Leben, sind bekannte Dinge, und sie finden ihre Erklärung in dem herabgedrückten Blutleben der Amphibien. Theils nämlich sind die Respirationswerkzeuge selbst unvollkommner als bei Säugern und Vögeln, indem sie nur häutige Säcke darstellen, auf denen verhältnissmässig wenige Blut-

gefässe sich ausbreiten können, vorzüglich aber dadurch ist der Blutlauf ein niedrigerer, dass die nicht oder nicht vollständig geschlossenen Abtheilungen des Herzens ein Vermischen der beiden Blutarten, des schwarzen, zu den Lungen gehenden, und des rothen, von dort kommenden, gestatten. Daher also, mit den geringeren Vorrichtungen zum Athmen, das geringere Bedürfniss dazu, ein Ausdruck des allgemeinen phlegmatischen, stumpfen Temperamentes, daher wird der Körper von argen Verstümmelungen so wenig angegriffen, daher die Ungleichmässigkeit in den Ernährungsverrichtungen, das Verschlingen grosser Massen von Speisen neben der Fähigkeit, Monate lang zu hungern. Doch diese Andeutungen, wie die Störung und Herabstimmung des Blutlaufs die eigenthümlichen Erscheinungen bei den Amphibien bedingen, mögen genügen. Die

Fische

endlich, als vierte Wirbelthierklasse, zeigen zwar im Ganzen eine grosse Uebereinstimmung in ihrem äusseren für die Schwimmbewegungen und das Wasserleben berechneten Habitus, allein es finden sich auch hier, namentlich am Skelett, innerhalb der Klasse sehr bedeutende Verschiedenheiten. Charakteristisch für die Fische ist die Umwandlung der Gliedmassen in Flossen. Blutlauf und Athmung unterscheiden die Fische gleichfalls wesentlich, indem das Blut von dem Athemorgan nicht erst wieder nach dem Herzen zurückkehrt, sondern gleich von dort aus in den Körper verbreitet wird. Das Herz besteht nur aus zwei Abtheilungen, Vorkammern und Kammern; die Athmungswerkzeuge sind Kiemen.

Von den drei Klassen, in welche man neuerdings die Weichthiere zu zerlegen pflegt, zeichnet sich die der

Cephalopoden

durch ihre morphologische Abgeschlossenheit aus. Abgesehen von einigen sonderbar abweichenden Männchen (den Hectocotylen) gewisser Gattungen ist für die Gruppe charakteristisch der von dem Rumpfe geschiedene, mit langen Armen umstellte Kopf, welche als Greif-, Bewegungs- und Tastorgane dienen. Der sackförmige Mantel umschliesst nur den Rumpf. Die zweite Klasse, die

Cephalophoren

haben auch noch einen die Sinnesorgane tragenden Kopf mit dem Eingange in den Verdauungskanal; die Scheidung zwischen Kopf und Rumpf ist jedoch nicht so merklich, wie bei den Cephalopoden; die Hauptnervenmassen in der Schlundgegend sind weniger centralisirt.

Den

Acephalen

fehlt ein von dem übrigen Körper abgesetzter Kopftheil gänzlich, daher die scheinbare Unregelmässigkeit in der Anordnung des Nervensystems. Der Mantel ist bei ihnen am meisten entwickelt. Wie die Cephalophoren in einigen ihrer Glieder an die Würmer erinnern, so verknüpft eine Gruppe der Acephalen, die Ascidien, die Mollusken mit den Polypen.

Behalten wir bei den Arthropoden, den eigentlichen Gliederthieren, die oben berührte Fähigkeit im Auge, dass sich an allen Ringen und Körpersegmenten zu verschiedenen Zwecken verwendete, meist gegliederte Anhänge entwickeln können, so werden wir hiernach die drei hierher gehörigen Klassen bestimmen können. Bei den

Insekten

zerfällt der Körper in drei von einander geschiedene Segmentreihen, Kopf, Brust und Hinterleib. Nur die drei Brustringe tragen je ein Paar Füsse.

Bei den

Spinnen

articuliren Kopf und Brust nicht mit einander, sondern sind zu einem Cephalothorax verschmolzen, an welchem sich vier Fusspaare finden.

Die

Crustaceen

tragen auch an den Gliedern des Hinterleibes Anhänge, ursprünglich immer als den Füssen äquivalent zu achten, wenn gleich oft in den abweichendsten Umgestaltungen. Wo die Füsse in späteren Lebensperioden entweder ganz verschwinden oder wenigstens auffallend verkümmern, die sonst harte Körperbedeckung dagegen ausnahmsweise weich ist, sind Krustenthiere, gewisse Schmarotzerkrebse, für Würmer gehalten worden; andere Crustaceen, deren mantelartige Umhüllung über dem gegliederten und mit seinem eigenthümlichen Hautskelette versehene Körper noch ein zweites, ein Kalkskelett absondert, die Rankenfüsser, sind von älteren Zoologen den Mollusken beigezählt worden.

Die Gründe, welche die Trennung der Würmer von den eigentlichen Gliederthieren als grosse typische Abtheilung nöthig zu machen scheinen, haben wir oben in der Kürze erwogen. Die Klasse der

Ringelwürmer

nähert sich noch am meisten den Arthropoden durch Anwesenheit einer Bauchganglienkette und durch das Zerfallen des Leibes in eine Reihe von Segmenten, denen aber durchweg die gegliederten Anhänge als Bewegungsorgane fehlen, und die sich nicht zu Kopf, Brust und Hinterleib gruppiren.

Lassen wir hierauf die von ihren am Vorderende be-

findlichen und als Bewegungsorgane dienenden Wimperkreisen benannten

Räderthiere

folgen, so müssen wir ausdrücklich bemerken, dass die zoologische Systematik hier eine schwache Stelle hat. Es fehlt den Räderthieren eine eigentliche Bauchganglienkette, die Anordnung des Nervensystems erinnert vielmehr an eine Ordnung der Krebse, die Lophyropoden, denen sie überdies durch ihre derbe, durchsichtige Körperbedeckung ähneln; es fehlt derselben aber das für die Arthropoden so charakteristische Chitin *), während die den Räderthieren eigenen Wimperorgane und Flimmerepithelien, wie erwähnt, gänzlich den Anthropoden abgehen. Wir lassen die Räderthiere an dieser Stelle, weil wir zur Zeit keine passendere zu haben meinen, wollen sie nicht zwischen Helminthen und Strudelwürmern einschieben, weil zwischen diesen (freilich auch zwischen Helminthen und der Ordnung der Glattwürmer von den Ringelwürmern) mannigfache Verwandtschaften sich finden, eben so wenig aber sie auf die Strudelwürmer folgen lassen, weil wir in denselben unverkennbare und wichtige Bezüge zu den Infusorien erblicken.

Die

Eingeweidewürmer

umfassen die durch allgemein gültige morphologische und anatomische Merkmale kaum zu bezeichnenden Schmarotzerwürmer, welche „ihre ganze Lebenszeit hindurch oder während gewisser Lebensperioden in oder auf anderen lebendigen Thieren Wohnung und Nahrung suchen**).“

---

*) In dieser Angabe verlasse ich mich auf Frey und Leuckart in Wagner's vergl. Anatomie. II. S. 270.

**) von Siebold, Vergl. Anat. S. 111.

Sich auch an die Ringelwürmer anschliessend, führt namentlich die Ordnung der Trematoden zur Klasse der

Strudelwürmer,

so genannt von der den ganzen Körper überziehenden Flimmerhaut, wodurch hauptsächlich die Locomotion vermittelt wird. Nur schwache Andeutungen der Körpergliederung zeigt die Gruppe der Nemertinen; bei den meisten findet sich, bei allgemeiner Abwesenheit der Bauchganglienkette, keine Spur von Gliederung. Der Körper ist auch gewöhnlich, im Verhältniss zur Breite, sehr verkürzt, bleibt indess immer dem symmetrischen bilateralen Wurmtypus getreu *).

Der strahlige Typus tritt am frappantesten in den

Echinodermen

entgegen, deren Organsysteme gewöhnlich in der Fünfzahl um einen Mittelpunkt oder die mittlere, Bauch- und Rückenseite verbindende Axe geordnet sind. Ihre sehr kalkhaltige äussere Bedeckung erstarrt oft zu einem beweglichen oder unbeweglichen Kalkskelette, welche Eigenthümlichkeit indess bei einer den Würmern sich anschliessenden Uebergangsform, den Sipunkuloiden, verschwindet.

Das Gegentheil in Bezug auf die Consistenz der Körperbedeckungen zeigen die durchsichtigen, gallertigen

Quallen

mit der vorherrschenden Vierzahl oder einem Multiplum von vier in der Anordnung der Körpertheile.

---

*) Nur um eine dem Zwecke unseres Handbuches fremde Neuerung und Gelegenheit zur Controverse zu vermeiden, lassen wir die Infusorien nicht unmittelbar auf die Turbellarien folgen.

Bei den

Polypen,

deren weicher, cylindrischer Körper oft an der Oberfläche verkalkt oder nach innen eine kalkige oder hornige Masse absondert, ist die Mundöffnung von Tentakeln und Fangarmen in bestimmter oder unbestimmter Anzahl umkränzt. Eines Theils in ihren Organisationsverhältnissen an die Quallen sich anschliessend, machten wir schon bemerklich, dass eine andere Abtheilung den Uebergang zu den Mollusken vermittelt.

Die

Infusorien

in zwei oder mehrere Klassen zu trennen, wie von neueren Naturforschern geschehen, halten wir zur Zeit noch für unzweckmässig.

Einige der vorzüglichsten literarischen Hülfsmittel sind:

Spix, Geschichte und Beurtheilung aller Systeme in der Zoologie. Nürnberg, 1811.

Cuvier, *Le regne animal distribué d'après son organisation.* Paris, 1829, 1830. (Zweite Ausg.)

Wiegmann, Handbuch der Zoologie. Dritte Auflage von Troschel und Ruthe. Berlin, 1848.

Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée. Sec. édition.* Paris, 1835 — 1843.

Wagner, Lehrbuch der Zootomie. Zweite völlig umgearbeitete Auflage des Lehrbuchs der vergleichenden Anatomie. Mit Hinweisung auf die *Icones zootomicae.* Leipzig, 1843. 1847.

v. Siebold und Stannius, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Berlin, 1845. 1848.

Wagner, *Icones zootomicae.* Handatlas zur vergleichenden Anatomie. Leipzig, 1841.

Carus und Otto, Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie. Leipzig. (Noch unvollendet).

Assmann, Quellenkunde der vergleichenden Anatomie. Braunschweig, 1844.

Erster Abschnitt.

Die Organe der Empfindung.

Erstes Kapitel.

Das Nervensystem.

1. Das Nervensystem der Infusorien.

Bei den Infusorien hat man bis jetzt ein Nervensystem noch nicht nachweisen können, worin jedoch kein Grund liegt, ihnen das Vorhandensein eines solchen überhaupt abzusprechen. Gleichweit entfernt von dieser Ansicht, wie von der einiger Naturphilosophen, in den Infusorien könne man deshalb keine gesonderten Nerven wahrnehmen, weil sie ganz aus Nervenmasse beständen, müssen wir es, wie in vielen andern Stücken, der Zukunft anheim geben, diese jedenfalls überaus zarten Strukturverhältnisse darzulegen. Die bei einigen, mit Augenflecken versehenen Infusorien, *Euglena*, *Amblyophis* u. a. beobachteten ganglienartigen Anschwellungen gleichen allerdings sehr den den Augen einiger Tubellarien (*Vortex*) zur Unterlage dienenden Nervenmassen.

2. Das Nervensystem der Strahlthiere.

In allen drei Klassen der Strahlthiere, wenn auch in der einen nicht so vollständig, wie in der andern, ist ein Nervensystem nachgewiesen. Die Beobachtungen darüber bei den Anthozoen sind mindestens unsicher,

da die Hydroiden, bei deren glockenförmigen Individuen man um den Magen herum einige Ganglien bemerkt haben will, zu den Quallen zu rechnen sind. Bei einigen der von dem radiären Typus sich entfernenden Bryozoen (*Alcyonella*, *Tendra*) findet sich ein Nervenring mit einem Knoten, den Schlund umgebend.

Einen solchen Schlund-Nervenring besitzen auch die Röhrenquallen, von ihm ausgehend, der Zahl der Rippen entsprechend, Nervenfäden, während ein im Hinterleibe liegendes Ganglion (*Cydippe*, *Eucharis*, *Medea*) gleichfalls zahlreiche Nerven aussendet. Bei den Medusen sind im Scheibenrande, zwischen den Tentakeln, Nervenknoten wahrzunehmen.

Am klarsten in diesem Typus und am weitesten zu verfolgen tritt aber das Nervensystem bei den Ecchinodermen hervor. Der Centraltheil stellt gleichfalls einen Schlundnervenring dar, der aber häufig, der Körperform und dem Strahlensystem entsprechend, die Gestalt eines Fünfecks angenommen hat. Fünf von den Ecken dieses Pentagons entspringende Hauptnerven verbreiten sich, von den Hauptgefässen begleitet, an die Ambulacralfelder, sich bis in die Spitzen der Ambulacralbläschen verzweigend. So ist es noch bei den Holothurien. Bei den Sipunkuloiden aber werden wir an eine Modification des Nervensystems der Würmer erinnert, indem es bei ihnen aus dem Schlundringe und einem am Bauche verlaufenden Strange, ohne Anschwellungen, mit Seitenzweigen besteht.

3. Das Nervensystem der Würmer und Arthropoden.

Die Bemerkung, die wir eben gemacht, dass das Nervensystem sich nach dem allgemeinen Plane der Abtheilung richtet oder die äussere Thierform Ausdruck der inneren Nervenanordnung ist, wiederholt sich auch bei den

Würmern und Anthropoden, wo wir Schritt vor Schritt an dem Nervensystem die Modificationen der Typen verfolgen können. Cuvier erblickte in Würmern und Arthropoden nur einen Typus; auch ihr Nervensystem zeigt viel Uebereinstimmendes, so dass es uns am zweckmässigsten erscheint, die Entwicklung jenes Systems von seinen einfacheren, so zu sagen reducirten Formen bei den Strudelwürmern und Schmarotzerkrebsen bis zu den das Gliederthier in seiner Reinheit darstellenden Gestaltungen bei Insekten und Fühlerwürmern der Art zu durchmustern, dass wir dabei die strenge zoologische Folge ausser Acht lassen.

Als das Vorbild des Nervensystems eines Gliederthieres ist eine Ganglienkette anzusehen, bestehend nach Anzahl der Körpersegmente aus paarigen Nervenanschwellungen oder Ganglien, die sowohl durch Quercommissuren als Längsstränge verbunden sind. Diese Nervenkette liegt unterhalb des Darmcanals, also an der Bauchseite mit Ausnahme des ersten Ganglienpaares, welches über dem Schlunde liegt, diesen also mit seinen Commissuren und dem zweiten Paare umfasst. Man nennt dieses erste Paar das Gehirn. Von ihm entspringt oft ein gesondertes System von Ganglien und Nerven, welches den Darmkanal versorgt und deshalb mit dem sympathischen Nerven der Wirbelthiere zu vergleichen ist. Wir betrachten daher nach einander a) das Gehirn, b) die Bauchganglienkette oder den Bauchstrang, c) den sympathischen Nerven der Würmer und Anthropoden.

a) Das Gehirn.

Selbst in denjenigen der von uns aufgezählten Thierklassen, bei denen der übrige Stammtheil des Nervensystems wenig oder nicht entwickelt ist, findet sich doch in der Schlund- oder Nackengegend das sogenannte Gehirn. Dass man die weisslichen Massen, die bei einigen Rhab-

docoelen constant in Verbindung mit den Augenflecken vorkommen, für ein Analogon des Gehirns nimmt, lässt sich dadurch rechtfertigen, dass in andern unbezweifelten Fällen die Augen unmittelbar auf den Ganglien aufsitzen oder durch kurze Augennerven mit ihnen verbunden sind. Bei den den Rhabdocoelen zunächst stehenden Dendrocoelen sind die beiden Gehirnganglien mehr oder minder verschmolzen, und diese in derselben Ordnung zu beobachtende Verschmelzung lehrt uns, auch da, wo solche Uebergänge fehlen, die ursprüngliche Duplicität vorauszusetzen. Ein solches unpaares Ganglion ist bei einigen Schmarotzerkrebsen (*Chondracanthus*) wahrgenommen, wie auch bei den Lophyropoden eine unpaare, vor dem Schlunde gelegene und mit seitlichen Commissuren und Lappen ihn umfassende Gehirnmasse zu bemerken (am leichtesten bei *Daphnia*). Damit lässt sich recht gut das grosse, oft aus mehreren kleinen Kugeln zusammengesetzte Nackenganglion der Räderthiere vergleichen. Geschieden, aber durch eine verhältnissmässig breite Commissur verbunden sind die grossen leicht zu beobachtenden Ganglien der Nemertinen, und noch weiter getrennt sind sie bei einigen Helminthen (namentlich Trematoden). Uebrigens hat, was wir auch für den Bauchstrang zu bemerken haben, der höhere oder geringere Grad der Verschmelzung auf die systematische Stellung keinen Einfluss, denn in den höheren Ordnungen zeigen sich dieselben Verschmelzungen, ohne dass sich ein bestimmtes Gesetz darin ausspräche, nur dass sich in der Periode des embryonalen Lebens meist eine vollständige Scheidung nachweisen lässt, so z. B. bei dem Flusskrebse, bei dem im erwachsenen Zustande das Gehirn als eine einzige Masse erscheint. In diesem Sinne spricht man auch bei den Spinnen und vielen Insecten, wo die Duplicität des Gehirnknotens oft nur durch eine leise Furche angedeutet ist, von einem Gehirnknoten. Bei den Rin-

gelwürmern zeigt das Gehirn eine Neigung zu seitlichen, lappenartigen Ausbreitungen mit sehr bestimmt geformten, mannigfach ausgeschnittenen Conturen, wovon man sich, wenn Meerwürmer fehlen, an unserer *Nais diaphana* (od. *Chaetogaster diaphanus)* überzeugen kann. Die hauptsächlichsten von den Gehirnganglien entspringenden Nerven sind diejenigen für die dem Kopf angehörenden Sinnesorgane.

b) Bauchnervenstrang.

Wenn die Entwicklung der Bauchganglienkette, wie wir schon angedeutet, Hand in Hand mit der äusserlich ausgeprägten Gliederung geht, so werden wir sie bei denjenigen Würmern am unvollständigsten zu erwarten haben, die in keiner Lebensperiode gegliedert sind. So beschränkt sich denn in der That bei den Strudelwürmern und den ihnen verwandten Ordnungen der Eingeweidewürmer der Bauchtheil des Nervensystems auf zwei von den Gehirnganglien entspringende Fäden, die, ohne unterwegs wieder Anschwellungen zu bilden, ohne gegenseitig zu anastomosiren, seitlich nach hinten verlaufen. Die vielen Ganglien und Nervenfäden, die bei den Räderthieren gefunden sind, scheinen sich nicht auf den Typus der Nervenkette zurückführen zu lassen, indem sie sehr zerstreut, obgleich symmetrisch liegen, nach den paarigen oder unpaarigen Organen, welche sie versorgen. So unendlich verschieden nun im Uebrigen die äussere Gliederung ausgesprochen ist, so vielfach variirt auch die Bauchkette, theils indem die zu einem Paare gehörigen Knoten in einen zusammenrücken, theils indem die Ganglienpaare sich einander nähern und verschmelzen oder ganz verschwinden, und dieselben Verschmelzungen, welche durch die Ordnungen gehen, finden sich in dem Individuum in der Reihe seiner Metamorphosen wieder. Behalten wir den letzteren Fall zunächst im Auge, weil

er uns den Massstab an die ähnlichen Verhältnisse legen lehrt, und zwar wird es ganz gleichgültig sein, aus welcher Thierklasse wir das Beispiel wählen. An der Schmetterlingsraupe zählt man zwölf Ringe, und ihnen entsprechen, ausser dem Gehirn, eilf Bauchknoten. Im ausgebildeten Schmetterlinge, wo die Brustringe zum Thorax mit einander verbunden sind, sind auch die Brustganglien in gleichem Grade, zu zweien, verwachsen, und im Hinterleibe, dessen Bewegungsthätigkeit zurückgetreten, sind gleichfalls mehrere Ganglien zusammengetreten oder verschwunden. Gleicherweise sind in früheren Embryonalperioden bei den meisten der Gliederwürmer und Arthropoden die Bauchstränge noch völlig getrennt wahrzunehmen, die später, so wie die Ganglien, sich vereinigen. Insofern man nun den Schmetterling für höher entwickelt hält als seine Raupe, den zur Fortpflanzung fähigen Wurm für vollendeter als seinen Embryo, scheint der Schluss gerechtfertigt, dass, je concentrirter die Bauchganglienkette, desto höher auch der systematische Rang des Thieres sei. So viel diese Ansicht für sich hat, erleidet die Regel doch grosse Beschränkungen; der Blutegel hat, in regelmässigen Abständen von einander, viel weniger Ganglien als Körpersegmente, dagegen liegen beim Regenwurm in den zahlreichen Ringen die Ganglien so so nahe bei einander, dass die Längscommissuren fast verschwinden und ein scheinbar einfacher dicker Nervenstrang hergestellt wird. Oder, wenn dies Beispiel nicht genügt, nehme man zwei Gattungen derselben Familie: bei Clepsine kommt auf drei Ringe, bei Nephelis auf fünf Ringe ein Bauchganglion. Welche auffallende Verschiedenheiten sonst zusammengehörige Gruppen darbieten, kann man ferner bei den Decapoden sehen. Unser gemeiner Flusskrebs, *Astacus fluviatilis* hat, ausser dem Gehirn, sechs Thoracal- und sechs Abdominal-Ganglien; bei der Krabbe, *Cancer maenas*, ist, dem Gehirn durch

längere Commissuren verbunden, nur ein einziges grosses, jene zwölf Knoten ersetzendes Brustganglion vorhanden.

Es führt diese Form unmittelbar zu der der Arachniden, namentlich der Araneen, wo mit der grösseren Einheit des Cephalothorax und dem ungegliederten Abdomen die ganze Bauchganglienkette auch durch ein einziges grosses Brustganglion vertreten ist. Es kommen mehrere Ganglien hinzu, sobald die Körpergliederung äusserlich weiter bemerkbar ist, wie der Scorpion, an dessen gegliederten Hinterleib sich ein gegliederter Schwanz anschliesst, ausser dem grossen, aus der Verschmelzung mehrerer entstandenen Brustganglion, noch eine Reihe nachfolgender Ganglien aufweist.

Was endlich die Insecten betrifft, so können wir uns mit der Bemerkung begnügen, dass hier am constantesten ein durch Form und Grösse wenig ausgezeichnetes, durch die den Schlund umfassenden Commissuren mit dem obern Gehirnganglion verbundenes unteres Schlundganglion vorkommt, dann drei Thoraxganglien und eine Reihe von Abdominalganglien. Es liegt ausser unserm Zwecke, die mannigfachen Modificationen dieser Anordnung durchzugehen, und muss diess einer specielleren Zootomie und Zoologie überlassen bleiben. Wir hatten nur den allgemeinen Plan in seinen Hauptzügen vor Augen zu legen.

Die Nerven für die verschiedenen Organe entspringen im Allgemeinen aus den ihnen zunächst liegenden Ganglien; so aus dem unteren Schlundganglion die Nerven der Mundwerkzeuge und Palpen, die Fuss- und Flügelnerven aus den Thoracalganglien, während natürlich bei den Krabben und Spinnen das einzige grosse Brustganglion sämmtliche, vom Gehirn nicht versehene Partieen mit Nerven versorgt.

c) Eingeweide-Nervensystem.

Dass eine in früheren Jahren geltend gemachte, in unrichtigen naturphilosophischen Voraussetzungen wurzelnde Hypothese, das gesammte Nervensystem der wirbellosen Thiere und besonders der Würmer und Anthropoden entspräche dem System der Eingeweidenerven der Wirbelthiere, falsch sei, beweist das Vorkommen eines besondern Eingeweide-Nervensystems bei jenen. Schon bei dem Blutegel sind drei kleine, in der Nähe des Gehirns liegende, mit demselben und unter einander durch zarte Fäden verbundene Ganglien als dem vegetativen System angehörig zu deuten, indem von ihnen aus ein unpaarer Nerv den Darmkanal begleitet. Aehnlich verhält es sich bei einigen Ordnungen der Crustaceen (Decapoden, Squillinen u. a.), den Araneen und den meisten Insecten. Theils ist ein unpaariger (*vagus*) vom Gehirn entspringender Nerv vorhanden (Decapoden), oder ein Nervenpaar, das aus zwei seitlichen Ganglien entspringt (*sympathicus*, z. B. bei den Onisciden) oder endlich finden sich beide, der in diesem Falle aus einem kleinen *ganglion frontale* kommende sogenannte *vagus* und der *sympathicus*, so bei den Insecten.

4. Das Nervensystem der Weichthiere.

a) Nervencentra. Schlundring. Körpernerven.

Um die Anordnung des Nervensystems der Acephalen zu verstehen, muss man dasselbe erst bei den Cephalophoren, namentlich den Gastropoden kennen gelernt haben. Bei diesen besteht die Centralmasse des Nervensystems aus mehreren Paaren von Ganglien, welche, unter einander durch einfache oder doppelte Commissuren verbunden, einen Schlundring oder Nervenhalsband bilden. Auch hier wird die obere, auf dem Schlunde liegende Partie das Gehirn genannt, und dieses sowohl als die

untern Ganglienmassen zeigen in den verschiedenen Unterabtheilungen sehr verschiedene Grade der Verschmelzung; daher z. B. unsere Helix und Limax nur ein Gehirnganglion und ein unteres Schlundganglion zu haben scheinen. Als Norm möchte jedoch anzusehen sein, dass das Gehirn aus zwei Ganglien, die untere Portion aber aus zwei Paar Ganglien besteht, einem vorderen, das vorzugsweise die Sohle, und einem hinteren, das die Kiemen und Eingeweide mit Nerven versorgt. Dass aber auch hierin noch differente Bestandtheile enthalten sind, beweist das häufige Vorkommen accessorischer Knötchen.

Die Nerven für die Lippen, Tentakeln, Augen, bisweilen auch Gehörorgane und Geschlechtswerkzeuge (*penis* bei Helix) entspringen aus dem Gehirn.

Halten wir uns nun daran, dass eigentlich sowohl die Fussganglien, d. h. das vordere Paar der untern Schlundportion, als die Kiemenganglien, das hintere Paar, durch besondere Commissuren mit dem Gehirn verbunden sind, so ergiebt sich, wie das Nervensystem der Acephalen, namentlich der Lamellibranchien, auf jene Form sich zurückführen lässt.

Die Lamellibranchien haben drei Paar Ganglien: das eine liegt auf dem Schlunde und unter dem vorderen Schliessmuskel, es entspricht dem Gehirn der Gastropoden; das andere im Fusse, und seine Verbindungsstränge mit dem Gehirn schliessen den Schlundring; das dritte Paar liegt noch weiter von dem Gehirn entfernt, am hintern Schliessmuskel. Es versieht vorzugsweise die Kiemen und entspricht dem hinteren der unteren Schlundganglienpaare der Gastropoden, seine zum Gehirn führenden Commissuren den Commissuren jenes. Von diesem Typus entfernen sich freilich die mit den Lamellibranchien verbundenen Ordnungen, am meisten die Tunicaten, indem man bei den Ascidien nur ein einziges, in dem Winkel zwischen Kiemen- und Afteröffnung gelegenes

Ganglion, bei den Salpen aber eine am Rücken befindliche, aus mehreren Ganglien bestehende Nervenmasse entdeckt hat.

Die im Kopfe der Cephalopoden befindliche Centralmasse des Nervensystems mit dem Gehirn der Wirbelthiere zu vergleichen, hat man sich um so mehr berechtigt geglaubt, als sie von einer einer Schädelkapsel ähnlichen Knorpelhöhle umgeben ist. Nichtsdestoweniger haben wir auch hier, dem Typus der Mollusken gemäss, einen vom Schlund durchsetzten Ring, nur mit grösserer Consolidirung und Anhäufung der Ganglienmasse. Die obere Partie, und diese allein darf man, wenn man die Analogie mit den Gasteropoden festhalten will, Gehirn nennen, ist an Umfang die kleinere und scheint vorzugsweise nur einige Nerven an die Mundtheile zu schicken. Die untere Abtheilung giebt nach vorn die ansehnlichen Armnerven ab; seitlich entspringen mit kurzen Stielen die grossen Augenganglien, nach hinten die Gehörnerven, ein Paar feinere Trichternerven und ein Paar starke Nerven für den Mantel, an dessen innerer Rückenfläche sie zu zwei grossen Ganglien (*ganglia stellata*) anschwellen, von denen sich strahlenförmig viele Mantelnerven ausbreiten. Dies ist die Anordnung bei den Zweikiemern, wovon die Nautilinen beträchtlich abweichen. Die obere Schlundganglienmasse ist bei ihnen mehr entwickelt, aus ihr entspringen die Sehnerven. Die untere Portion besteht deutlich aus zwei Paaren, aus deren vorderem die Tentakel- und Trichternerven, aus deren hinterem die den Mantelnerven der übrigen Cephalopoden analogen Nerven für Schlund- und Schalenmuskeln entspringen.

b) Eingeweidenervensystem.

Ein sympathisches System ist in allen drei Klassen der Mollusken gleichfalls nachgewiesen, am bestimmtesten ausgeprägt bei den Gasteropoden und Cephalopo-

den. Bei jenen liegen zwei kleine, mit dem Gehirn in Verbindung stehende Knötchen an den hintern und untern Seitentheilen des Pharynx (hinter dem Schlundringe also bei denjenigen Schnecken, deren Schlundring den vorderen Theil des Schlundkopfes umfasst, z. B. bei *Helix*). Diese Knötchen versorgen den vorderen Theil des Darmkanals, oder machen mit ihren Nerven allein das sympathische System aus, wo nicht noch ein unpaariges, seltner paariges Ganglion im Hinterleibe liegt, von welchem dann die Nerven für den hinteren Eingeweidetheil, Geschlechts- und Respirationsorgane, so weit diese nicht schon direct vom Schlundringe versorgt sind, ausgehen. Ganz ähnlich verhält es sich bei den Cephalopoden. Zu dem unter dem Schlundkopfe, vor dem Schlundringe, befindlichen Ganglion, welches den beiden Pharyngealganglien der Gasteropoden gleich zu achten, tritt bei den Loliginen ein zweites auf dem Schlundkopfe liegendes Ganglion. Diese sind für den Pharynx und den darauf folgenden Theil des Darmkanals bestimmt. Ein auf dem Magen liegendes Ganglion, das durch einen, in seinem mittleren Verlaufe gespaltenen Nerven mit dem unteren Schlundganglion in Verbindung steht, entspricht dem Magentheile der Gasteropoden.

Bei den Lamellibranchien, bei denen allein unter den Acephalen Eingeweidenerven haben verfolgt werden können, scheinen dieselben im Allgemeinen ohne eigenthümliche Centra zu bestehen, indem sie ihren Ursprung aus den Commissuren der oben betrachteten Körperganglienpaare nehmen.

Nordmann, Ueber das Nervensystem von *Plumatella* und *Tendra* in den *Observations sur la Faune pontique* (in Demidoff's Reise) S. 670 und 709.

Krohn, Ueber die Anordnung des Nervensystems der Echiniden und Holothurien im Allgemeinen. Müller's Archiv 1841.

Krohn, Ueber das Nervensystem des *Sipunculus*. Müller's Archiv 1839.

Quatrefages, *Sur le système nerveux des annelides. Annales des sciences nat.* 1844.

Sehr schöne Untersuchungen über das Nervensystem der Nemertinen von demselben in *Annal. des scienc. nat.* 1846. *(Mémoire sur les Némertiens.)*

Audouin *et* Milne Edwards, *Recherches anatomiques sur le système nerceux des Crustacés. Ann. des sc. nat.* 1828. (Isis 1834.)

Blanchard, '*Sur le système nerveux des insectes. Ann. d. sc. nat.* 1846.

Derselbe, *Recherches sur le système nerv. de Mollusques gastéropodes. L'institut.* 584. 1845.

Ueber das Nervensystem der Cephalopoden vergleiche man Brandt's genaue Untersuchungen an *Sepia officinalis* in der Medizinischen Zoologie von Brandt und Ratzeburg. Berlin, 1829.

Joh. Müller, Ueber ein eigenthümliches, dem *Nervus sympathicus* analoges Nervensystem der Eingeweide bei den Insecten. *Nov. act. nat. cur. Vol. XIV.* 1828. Darüber auch Brandt in der Isis, 1831.

Brandt, Ueber den Mundmagen - oder Eingeweidenerven der Evertebraten. *Mém. de Petersbourg.* 6. *sér.* sc. *nat. I.* 1835.

5. Das Nervensystem der Wirbelthiere.

a) Das Gehirn.

Die Gehirnformation der niederen Wirbelthierklassen, namentlich der Fische lässt sich in fruchtbarer Weise auf fötale Zustände des Säugethier- und Vogelgehirns zurückführen, daher wir, ehe wir das Fischgehirn beschreiben und deuten, eine für die Kenntniss der Entwicklung des Gehirns sehr wichtige Stelle aus von Bär's Werk über Entwicklungsgeschichte der Thiere, Theil II. S. 106 f. wörtlich anführen:

„Die erste Eigenthümlichkeit, die in dem vorderen Ende der Medullarröhre sich offenbart, ist ihre grössere Weite, die nächste ist die Neigung, in einzelne Abschnitte sich zu sondern, welche jeder für sich eine Erweiterung erfahren, und zwischen denen daher Verengerungen bleiben. Solche Erweiterungen haben die Beobachter Hirnbläschen (*Vesiculae cerebrales*) genannt. Diese Bläschen werden nicht von der Nervenröhre allein gebildet, sondern auch von der umgebenden Rückenröhre, die eben dadurch im vordern Ende des Thieres zur Schädelhöhle wird. Nachdem zuerst ein vorderes rundliches Bläschen von dem viel längeren hinteren Raum sich abgegränzt hatte, theilt sich fast gleich darauf auch dieser, und man hat nun drei Bläschen, ein vorderes, ein mittleres und ein hinteres, welches sich gegen das Rückenmark allmählig zuspitzt. Die vordere Blase wird das grosse Hirn, die hintere das kleine Hirn mit dem verlängerten Marke, und die mittlere die sogenannte Vierhügelmasse mit einem entsprechenden Theile der Hirnschenkel. Das vordere Bläschen theilt sich aber bald in zwei Abtheilungen, indem die vorderste und obere (wegen anfangender Krümmung des Embryo freilich nach unten gerichtete) Wand sich rasch hervorstülpt. Sie stülpt sich aber doppelt oder zu beiden Seiten neben der Mitte hervor, so dass diese

im Verhältniss zu den Seitentheilen eingesenkt bleibt. Die hintere Region des ersten Hauptbläschens bleibt unpaarig und grenzt auch etwas von der vorderen gedoppelten ab. Auch sondert sich die hintere Hauptblase in zwei, eine vordere kürzere und eine hintere längere. So sind also fünf Bläschen aus den ursprünglichen drei entstanden. Das vorderste ist durch die mittlere Einsenkung gespalten. Seine Höhlung enthält die beiden später sogenannten Seitenventrikel und seine Wandung die Hemisphären. Das zweite Bläschen umfasst den Raum, den man später die dritte Hirnhöhle nennt. Es hat jetzt noch eine eben so vollkommene Decke, als die andern Abtheilungen. Das dritte Bläschen umfasst die Vierhügel, und seine Höhlung ist die zukünftige Wasserleitung, die bald die Weite eines sehr ansehnlichen Hirnventrikels hat. Das vierte Bläschen wird das kleine Hirn, und das fünfte das verlängerte Mark. Aus diesen fünf morphologischen Elementen wird das Hirn gebildet, denn die vorübergehende Dreizahl der primären Hirnbläschen scheint nur anzudeuten, dass gewisse Abgränzungen ein wenig später kenntlich werden. — Ich nenne die fünf hier aufgezählten Bläschen nach der Reihe von den ersten zur letzten: das Vorderhirn, Zwischenhirn, Mittelhirn, Hinterhirn und Nachhirn.“

Gehirn der Fische.

Unter den verschiedenen Fischgehirnen wählen wir zuerst das der Petromyzonten heraus, weil es sich am unmittelbarsten an jene fötale Form anschliesst und durch sie erklärt wird. Von vorn nach hinten gehend bemerken wir an demselben zuerst zwei durch eine Längsspalte getrennte Lappen, aus denen die Geruchsnerven entspringen, eine Ausstülpung oder einen Anhang des folgenden Paares von Hügeln, der *lobi hemisphaerici* (Vorderhirn von Bär's); daran schliesst sich eine unpaarige, die

dritte Hirnhöhle, *ventriculus tertius*, enthaltende Abtheilung, der *lobus ventriculi tertii* (Zwischenhirn), an diese das paarige *corpus quadrigeminum* (Mittelhirn). Am wenigsten entwickelt bei *Petromyzon* ist das kleine Gehirn, *cerebellum* (Hinterhirn), eine schmale Commissur über dem vorderen Ende des *sinus rhomboidalis* (vierte Hirnhöhle). An der Unterseite erscheint als ein Fortsatz des *lobus ventriculi tertii* die *hypophysis*, während eine unpaarige Anschwellung unter dem Vierhügel die sogenannten *lobi inferiores* anderer Fische ersetzt.

Vergleichen wir nun hiermit das Gehirn, wie es die meisten Knochenfische haben, so finden wir zunächst der *medulla oblongata* das *cerebellum*. Die darauf folgende paarige Anschwellung, die grösste, führt gewöhnlich den Namen der *lobi optici*, entspricht aber dem *corpus quadrigeminum* und *lobus ventriculi tertii* zugleich. Unten an diesen sogenannten *lobi optici* liegt die *hypophysis* mit dem *infundibulum*, seitlich und hinter diesen die *lobi inferiores*. Zwischen *cerebellum* und *lobi optici* entspringen die *nervi trochleares*. Die dritte Abtheilung nach vorn bilden die Hemisphären, an welche sich die grösseren oder kleineren *lobi olfactorii* anreihen.

Bei den Plagiostomen sind die Hemisphären die grösste Gehirnabtheilung; auf ihnen sitzen die *lobi olfactorii* nicht unmittelbar, sondern jederseits mit einem Stiele auf. Eine andere Eigenthümlichkeit zeigt das Gehirn des Thunfisches, dessen *cerebellum* in zwei kleinere seitliche Abtheilungen und einen grossen vorderen Lappen zerfällt, welcher weit über das *corpus quadrigeminum (lobi optici)* überhängt.

Die *medulla oblongata* (Nachhirn) schliesst von unten und von den Seiten den aus der Erweiterung des Medullarganges entstehenden *sinus rhomboidalis* ein und wird im Allgemeinen vom Rückenmark nach dem Gehirn zu dicker und breiter. Sie bildet oft seitliche Anschwellun-

gen, so bei den Stören ansehnliche *lobi nervi trigemini*, beim Zitterrochen grosse, die vierte Hirnhöhle überragende *lobi electrici*, an der Ursprungsstelle des *vagus*; diese Anschwellungen, namentlich die des fünften Paares, pflegen *lobi posteriores* genannt zu werden.

Gehirn der Amphibien.

Das Gehirn der Amphibien hat im Wesentlichen dasselbe Ansehen, wie das der Fische; es besteht noch aus einer Reihe hinter einander liegender paariger und unpaariger Anschwellungen; doch überwiegen an Masse immer die Hemisphären. Sehr wenig entwickelt ist das kleine Gehirn bei den nackten Amphibien und Ophidiern, wo es nur in einer schmalen, die Seitenwände der vierten Hirnhöhle verbindenden und diese nur wenig bedeckenden Commissur besteht. Ansehnlicher wird es bei den Schildkröten, und bei den Krokodilen zeigt es schon einige Furchen. Die auf das kleine Gehirn folgende paarige Abtheilung (verschmolzen bei einigen Fischlurchen) ist das *corpus quadrigeminum*. Die zwischen dieses und die kleine Zirbel bei den Fröschen sich einschiebende Anschwellung entspricht dem *lobus ventriculi tertii* der Fische. Nur bei den beschuppten Amphibien wird ein Theil der hinteren Gehirnmassen von den Hemisphären bedeckt, deren vordere Fortsetzung die *lobi olfactorii* sind.

Gehirn der Vögel.

Die schon beim Krokodil angedeutete Entwicklung des kleinen Gehirns ist bei den Vögeln sehr vorwärts geschritten. Es zerfällt in eine mittlere, grössere, mit zahlreichen Querfurchen versehene, und zwei kleinere Seitenabtheilungen. Die beiden Seitentheile des *corpus quadrigeminum* erscheinen, von oben betrachtet, als zwei beträchtliche Anschwellungen, seitlich zwischen kleinem und

grossem Gehirn, von welchem sie aus einander gedrängt worden sind. In der Mittellinie zwischen *cerebellum* und Hemisphären liegt die Zirbel. Der *lobus ventriculi tertii* wird ganz von den Hemisphären bedeckt.

Gehirn der Säugethiere.

Das Gehirn der Säugethiere nähert sich sehr dem des Menschen, daher wir uns darauf beschränken, einige der wesentlichsten Abweichungen anzuführen. Die Hemisphären zeigen eine grosse Ungleichheit in Bezug auf die Windungen. Bei den Nagern und Insektenfressern sind deren keine oder wenige, mehr bei den eigentlichen Carnivoren (bei den Hunden in grösserer Anzahl als bei den Katzen), noch mehr bei den Ein- und Zweihufern. Auch die Lappen bilden sich nach und nach aus, überragen aber erst bei einigen (alten) Affen das kleine Gehirn. Auffallend viele Windungen hat das grosse Gehirn des Elephanten und vor allen das des Delphins. Die meisten Säugethiere haben an der Stelle, wo die Geruchsnerven des Menschen entspringen, Anschwellungen, die sogenannten Riechkolben, den *lobi olfactorii* der Fische und Amphibien entsprechend.

b) Das Rückenmark. Sein Verhältniss zum Gehirn.

Das Rückenmark der Wirbelthiere zeigt im Allgemeinen denselben Bau; auch noch bei den meisten Fischen besteht es aus vier Strängen. Wichtig ist die relative Ausbildung von Rückenmark und Gehirn, indem letzteres, je mehr es sich in seinem Baue dem menschlichen Gehirn nähert, ein desto grösseres Uebergewicht über das Rückenmark gewinnt. Nur das Gewicht, nicht die verhältnissmässige Länge ist hier massgebend, da bei kurzen Thieren durch die Breite und Dicke compensirt zu werden pflegt, was verwandte Thiere scheinbar an Länge des Rückenmarks vor jenen voraus haben. So ist es

beim Frosch sehr kurz und breit, bei den Salamandern auffallend lang, aber dünn. Das kürzeste Rückenmark haben einige Fische, z. B. *Lophius*, vor allen *Orthagoriscus*, dessen Rückenmark kaum länger als das Gehirn ist.

c) Das peripherische Nervensystem.

Die von den Centralorganen ausgehenden Nerven zeigen, wie sich erwarten lässt, nicht so wichtige Abweichungen, als jene selbst. Von den Gehirnnerven können mehrere ganz verschwinden; so der *nervus facialis*, der von den Säugethieren abwärts abnimmt, in demselben Grade, als die Gesichtsmuskeln verschwinden. Dieser den Gesichtsausdruck des Menschen bedingende Nerv verliert daher sehr bald seine Bedeutung; bei den Vögeln und beschuppten Amphibien versorgt er nur noch die Muskeln des Zungenbeins und oberflächliche Nacken- und Halsmuskeln; den nackten Amphibien fehlt er ganz. Bei den meisten Fischen ist der *facialis* von dem starken *trigeminus* aufgenommen und verbreitet sich auf dem Kiemendeckel. Die Cyclostomen behalten ihn gesondert. Am beständigsten sind der *n. trigeminus* und *vagus*. Aus letzterem, gewöhnlich noch mit einer zweiten Wurzel aus dem *trigeminus*, entspringt der *nervus lateralis*, welcher vom Kopf nach dem Schwanze längs der Seitenlinie der Fische geht. Kurz ist der *nervus lateralis* bei *Petromyzon*, bei den Myxinoiden findet er sich gar nicht mehr. Ausser bei den Fischen kommt der *n. lateralis* auch bei den Larven der Frösche vor; Pipa, die Proteiden, Derotreten und Coecilien haben ihn zeitlebens. Bei den höheren Thieren ist (nach Müller) der *ramus auricularis nervi vagi* als Analogon des *n. lateralis* anzusehen.

Die Sinnesnerven richten sich im Allgemeinen nach der Entwicklung der Sinnesorgane; so werden bei den

blinden Thieren auch die Augennerven mehr und mehr abortiv. Bei *Amphioxus (Branchiostoma)* kann man, so wenig wie Gehirn und Rückenmark, auch Gehirn- und Spinalnerven nicht unterscheiden.

Die Spinalnerven bieten in den vier Klassen keine auffallenden Verschiedenheiten dar.

d) Der sympathische Nerv.

Auch der sympathische Nerv zeigt wenig Abweichendes. Er fehlt nur den Cyclostomen, wo er durch den *vagus* vertreten wird. Sonst ist seine Lage immer vor den Wirbeln, wo er Verbindungsstränge von den Spinalnerven erhält. Der Kopftheil der Fische liegt an der Schädelbasis, und hier verbindet er sich namentlich mit dem *n. trigeminus* und *vagus*. Bei den Schlangen sind die Ganglien sehr klein; leicht dagegen lassen sie sich bei den Fröschen in der Nähe der weissen, mit Kalkkrystallen gefüllten Säckchen auffinden. Die Verbindungen mit den Hirnnerven sind hier schon zahlreicher geworden als bei den Fischen, noch mehr ist dies der Fall in der Klasse der Vögel. Die Abweichungen des *n. sympathicus* der Säugethiere von dem des Menschen sind kaum nennenswerth.

Tiedemann, Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirns im Fötus des Menschen nebst einer vergleichenden Darstellung des Hirnbaues in den Thieren. Nürnberg, 1816.

Joh. Müller, Vergleichende Neurologie der Myxinoiden. Berlin, 1840. Abhandl. der Berl. Ac. a. d. J. 1838. (Theil der vergl. Anatomie der Myxinoiden).

Zweites Kapitel.

Die Nervenhüllen.

Wiewohl es sehr wahrscheinlich ist, dass überall, wo Nerven beobachtet sind, dieselben auch von einer besonderen, sie isolirenden Hülle umgeben werden, hat man eine solche doch bis jetzt bei vielen wirbellosen Thieren nicht entdecken können. Dies ist der Fall bei den Strahlthieren und mehreren Klassen der Würmer, nämlich den Strudelwürmern, Eingeweidewürmern und Räderthieren, deren aller Nerven oft so zart sind, dass es zu den schwierigeren Aufgaben der Mikroskopie gehört, sie überhaupt zu erkennen. Bei manchen Räderthieren finden sich, in Verbindung mit dem Nackenganglion, ansehnliche Anhäufungen von Pigment und Kalkkrystallen, umschlossen von einem zarten Häutchen, welches wohl als eine Fortsetzung der Umhüllungshaut des Ganglion selbst anzusehen.

Bei den meisten Ringelwürmern lässt sich ein Neurilem nachweisen, das in einigen Abtheilungen sogar sehr stark und fest wird; so bei den Blutegeln, wo es aus bindegewebigen Fasern gebildet ist und Fortsätze tief in die Ganglien hinein schickt.

Auch den Arthropoden fehlt wohl durchweg das Neurilem nicht, wiewohl es bei den Krustaceen und Arachniden zart, bei einigen Ordnungen derselben, z. B. den Lophyropoden und deren Verwandten, schwer oder nicht darzustellen ist. Stärker, ein faseriges Gefüge zeigend, ist wieder die Nervenumhüllung der Insekten.

Das Neurilem der Mollusken ist in demselben Verhältniss ausgeprägt, als das Nervensystem ausgebil-

det ist. So ist es weniger deutlich bei den Acephalen, stark und faserig bei den Cephalophoren, wo, wie bei gewissen Ringelwürmern, Fortsätze der Hülle sich in die Ganglien hinein erstrecken. Bei den Cephalopoden, wo, wie schon oben bemerkt, das Gehirn in einer Knorpelkapsel liegt, welche nach vorn durch eine sehnige Haut vollends geschlossen wird, ist es ausserdem von einer festen, anschliessenden Haut umgeben, welche die einzelnen Nerven durch ihre Austrittsstellen aus dem Kopfknorpel begleitet.

Die Wirbelthiere zeigen eine grosse Uebereinstimmung ihrer Nervenhüllen. Bei allen vier Klassen schliesst sich eng an die Schädelkapsel eine *dura mater* an; zwischen dieser und der gleichfalls beständig vorkommenden, das Gehirn unmittelbar umgebenden, gefässreichen *pia mater* findet sich bei den Fischen anstatt der bei Amphibien, Vögeln und Säugethieren vorhandenen *arachnoidea* eine weitmaschige, vieles Fett und Oel enthaltende Zellgewebeschicht, die hauptsächlich zur Ausfüllung des von der kleinen Gehirnmasse nicht eingenommenen Raumes der Schädelhöhle dient.

Drittes Kapitel.

Die elektrischen Organe.

Mehrere Fische (*Torpedo*, *Narcine*, *Malapterurus*, *Gymnotus*) vermögen willkürlich elektrische Schläge zu ertheilen, und sie entwickeln diese Elektricität aus besonderen, mit der galvanischen Säule vergleichbaren und mit zahlreichen Nerven versehenen Organen.

Bei den Rochen finden sich die Apparate in der Kopfscheibe, zu beiden Seiten des Kopfes, zwischen diesem und den nach vorn sich ausbreitenden Brustflossen. Sie liegen an der Rücken- und Bauchseite ziemlich oberflächlich und bestehen aus vertical gestellten, von elastischem Gewebe eingeschlossenen polyedrischen Körpern, meist sechsseitigen Prismen, die wieder durch eine grosse Anzahl horizontaler Scheidewände (*septa*) in Kammern, mit Epithelium ausgekleidet und mit einer Flüssigkeit erfüllt, getheilt sind. Von den auf den Blättern sich verbreitenden vier Nervenstämmen kommen drei vom *vagus*, einer vom dritten Aste des *trigeminus*.

Auch das elektrische Organ des afrikanischen Zitterwelses, das sich seitlich vom Kopf bis hinter die Bauchflossen erstreckt, empfängt seine Nerven vom *vagus*; dagegen werden die sehr ausgedehnten oberflächlichen Apparate im Schwanze des amerikanischen Zitteraales von den Spinalnerven versorgt. Das Organ selbst zeigt dieselbe Structur wie das der Rochen, nur sind die Säulen sehr in die Länge gezogen, parallel mit der Körperaxe, auf der mithin die *septa* senkrecht stehen.

Wagner, Ueber den feineren Bau des elektrischen Organes im Zitterrochen. Göttingen, 1847.

Viertes Kapitel.

Die Sinnesorgane.

Man pflegt die Sinne in niedere und höhere einzutheilen und rechnet zu jenen das Getast und den Geschmack, zu diesen den Geruch, das Gesicht und das Gehör, wobei jedoch zu erinnern, dass, wenn man darnach den niederen oder höheren Rang des Sinnes bestimmen will, ob er unmittelbar oder mittelbar die Eindrücke der Aussenwelt erfasst, der Geruchssinn gewisser Massen die Mitte hält zwischen beiden Kategorieen.

Was die Verbreitung der einzelnen Sinne und der Organe, an welche sie gebunden sind, im Thierreiche anbetrifft, so lassen sich nur ganz im Allgemeinen einige Gesetze dieses Vorkommens aussprechen. Unzertrennlich von dem Begriff des Thieres und unmittelbar an das Bestehen des Nervensystems geknüpft ist das Gefühl, das in der ganzen Oberfläche des Thieres seinen Sitz hat, in vielen Fällen aber vorzugsweise an besondere, specifisch für dasselbe bestimmte Tastorgane gewiesen ist.

Auch der Geschmackssinn scheint fast ohne Ausnahme postulirt werden zu können und fehlt vielleicht nur denjenigen Thieren, z. B. vielen Eingeweidewürmern, bei denen die Ernährungsfunction überhaupt eine total abweichende ist. Wir haben uns indess nur im Vorbeigehen mit der Untersuchung solcher Möglichkeiten zu beschäftigen und hier, wie überall, vorzugsweise an die anatomisch zu erläuternden Organe zu halten.

An uns selbst können wir oft die Erfahrung machen, wie unwesentlich für das Gesammtleben der Geruchssinn ist, daher wir auch bei einer grossen Menge der Evertebraten, namentlich solchen, die sich nicht weit nach ihrer

Nahrung zu bewegen haben, vergeblich nach Geruchsorganen suchen.

Von den beiden noch übrigen Sinnen ist das Gehör der physiologisch und psychologisch wichtigere, und so haben wir auch sein Zurücktreten bei den der menschlichen Bildung entfernter stehenden Thiergruppen *a priori* früher zu erwarten, als das Verschwinden des Gesichtssinnes. Dass man übrigens wohl zu unterscheiden habe zwischen der Ausbildung des Sinnes und der Ausbildung des Sinnesorganes, dass mit andern Worten scheinbar unvollkommen gebaute Organe eben so viel und mehr leisten können als zusammengesetztere, davon geben unter andern die Singvögel ein überzeugendes Beispiel, deren Gehör ein wahrhaft musicalisches zu nennen ist, und worin sie hoch über allen Säugethieren stehen, während ihr Gehörorgan einfachere anatomische Verhältnisse zeigt.

1. Tastorgane.

Eigene Tastorgane lassen sich bei den Infusorien nicht wahrnehmen, vielmehr ist die ganze Hautoberfläche, so weit sie nicht gepanzert ist, mit ihren mannigfachen grösseren und kleineren Wimpern, Haken, Griffeln, Borsten und Geisseln gegen äussere Eindrücke sehr empfindlich. Der Meinung, als ob das Infusorium ganz Nervenmasse, also ganz Gefühlsorgan sei, sind wir schon oben begegnet. Das Getast der Polypen ist namentlich in den Tentakeln enthalten, wodurch diese besonders zu Hülfsernährungswerkzeugen geeignet sind. Aehnlich verhält es sich mit den Quallen und Echinodermen; namentlich erstere sind mit zahlreichen Fang- und Tastfäden versehen und bei den Echinodermen sind die mit Nervenzweigen ausgerüsteten Saugfüsschen und Mundtentakeln Sitz eines feineren Gefühls.

Erst unter den Würmern treten uns eigenthümliche Tastorgane entgegen. Obschon der ganze, der Will-

kür des Thieres unterworfene Wimperapparat der Rotiferen äusserst empfindlich ist, findet sich doch bei einigen dieser Formen, namentlich den Philodinäen, ein Tastwerkzeug in Gestalt eines längeren, zwischen den beiden seitlichen Wimperkreisen hervorragenden Rüssels, der, an seiner Spitze mit feinen Flimmerhärchen besetzt, lediglich zum Sondiren und Tasten dient. Denselben Zweck hat wohl auch der aus einer Verlängerung der sogenannten Oberlippe entstandene Rüssel verschiedener Naiden (*Stylaria*, *Pristina*). Am meisten ausgeprägt sind aber die Tastorgane in derjenigen Abtheilung der Würmer, welche man von dieser Eigenschaft vorzugsweise Fühlerwürmer (*Antennata*) genannt hat; ihr Kopf trägt mehrere (zwei bis fünf) gegliederte Fühler. Es steht damit in Einklang, dass sie die beweglichsten, freisten unter den Würmern sind.

Bei den Arthropoden sind die Tastorgane allgemein verbreitet. Sie sind bei Spinnen und Insekten als Palpen mit den Mundwerkzeugen verbunden. Ein sehr feines Gefühl müssen die Spinnen auch in den Fussenden haben, da diese bei der Verfertigung des Gewebes hauptsächlich thätig sind. Unstreitig tasten die Insekten auch mit den sehr verschieden gestalteten Antennen, die man ja geradezu Fühler zu nennen pflegt. Ob denselben vielleicht noch eine andere wichtige Function als Geruchsorgan zukommt, ist ungewiss. Die Crustaceen sind fast durchweg mit oft sehr langen Antennen als Gefühlsorganen versehen, durch welche sich die aus dem Gehirn tretenden Nerven erstrecken.

Durch das Hautskelett der Arthropoden sind deren weiche Körpertheile unmittelbarer geschützt als viele der mit Schalen und Gehäusen versehenen Mollusken, bei denen wir somit in grösserer Ausdehnung an den zeitweise unbedeckten Körpertheilen Tentakeln angebracht finden. Diese dienen aber mehr dazu, das Thier vor Ge-

fahr zu warnen und zum Zurückziehen zu veranlassen, als dass sie zum wirklichen Betasten benutzt werden, sind also mehr passive als active Gefühlsorgane. In dieser Hinsicht sind die Kiemen- und Afteröffnung der Ascidien mit gefühlsreichen, durch höhere Färbung ausgezeichneten Wärzchen umstellt. Der schon an sich empfindliche Mantel der Lamellibranchien zeigt zahlreiche Tentakelanhänge, namentlich an seinem hinteren Theile, um den Athemsipho und die Afterröhre herum, weniger am Kopftheile, mit dem die Muscheln sehr gewöhnlich im Schlamm vergraben sind. Zwei Paar in der Nähe des Mundes befindliche dreieckige Hautlappen dienen gewiss als Fresstentakeln und ersetzen die oft beträchtlich entwickelten Lippen der Cephalophoren. Bei diesen trägt der Kopf ein oder zwei Paar Fühler, entweder mit einer inneren Höhle (*Helix*, *Limax*), so dass sie wie ein Handschuhfinger durch einen besonderen Muskel eingestülpt werden können, oder sie sind solid (*Paludina*) und können sich nur contrahiren. In beiden Fällen treten starke Nerven vom Gehirn bis in die Spitze der Fühler. Gewöhnlich stehen die Fühler noch in einer näheren Beziehung zu den Augen, indem diese auf oder unmittelbar neben ihnen angebracht sind. Die Cephalopoden tasten vermittelst ihrer Arme, namentlich die Nautilaceen, bei denen die zahlreichen contractilen Arme nicht zugleich Bewegungswerkzeuge sind.

Bei den Wirbelthieren treten im Allgemeinen die für das Leben der meisten übrigen Thiere so wichtigen Tast- und Gefühlsorgane in dem Masse zurück, als der übrige Sinnesapparat gleichförmig ausgebildet ist. Die Tastorgane der Fische beschränken sich auf die weichen, fleischigen Lippen; oft sind auch die Kiefern mit Fühlfäden, Bärteln, versehen. Auch die vordere Mundgegend der Amphibien wird zum Tasten benutzt; das Züngeln der Schlangen ist Tastbewegung. Der Schnabel vieler

Wasservögel ist dadurch zum Tasten geeignet, dass er vorn mit einer sehr nervenreichen Haut bekleidet ist.

Bei den Säugethieren ist die gewöhnlich nackte Nasen- und Schnauzengegend vorzugsweise empfindlich, worin diese sehr oft durch Bartborsten und Schnurrhaare unterstützt wird. Wie wichtig diese Borsten als Tastorgane sein müssen, kann man von den Seerobben entnehmen, deren Bartborstenscheiden mit ansehnlichen Nervenzweigen vom dritten Aste des *trigeminus* versorgt werden. Einen äusserst feinen, über die ganze gefäss- und nervenreiche Flughaut verbreiteten Tastsinn besitzen die Fledermäuse. Die Fingerspitzen der Affenhände sind zum Tasten noch sehr ungeschickt, indem bei ihnen der Hautnerven viel weniger sind als beim Menschen, dessen Hand dadurch eine so hohe Bedeutung erhält, dass sie ein gleich vollkommenes Tast- und Greiforgan ist.

2. Geschmacksorgane.

Durch Fütterungsversuche an Infusorien kann man sich die Ueberzeugung verschaffen, dass schon diese Thiere unter den durch den Wimperstrudel in die Nähe des Mundes gebrachten Nahrungstheilchen nur die ihnen zusagenden auswählen, offenbar vermöge ihres Geschmackssinnes. Indessen finden wir eigenthümliche Geschmacksorgane weder bei ihnen noch in der ganzen Abtheilung der Radiaten, und auch die Zunge einiger Würmer (*Nais proboscidea*), der Gliederthiere und Mollusken ist im ganzen weniger Sitz des Geschmacks als Hülfsorgan beim Fressen, daher wir passender unten, bei Beschreibung des Verdauungsapparates, von ihr handeln. Sicher ist wohl die fleischige im Unterkiefer der Cephalopoden verborgene Zunge Geschmacksorgan; es finden sich auf ihr zahlreiche Geschmackspapillen.

Selbst bei den Wirbelthieren steht die Zunge auf einem sehr verschiedenen Grade der Ausbildung; so

ist die der wenig wählerischen Fische auf das Zungenbein reducirt, und alleiniger Sitz des Geschmackssinns ist die Gaumenfläche. Die Zunge der Amphibien variirt ungemein. Die *Pipae* haben gar keine; bei den meisten Fröschen ist sie nach hinten frei. Der Zunge der Ophidier als Tastorgan ist schon oben Erwähnung gethan; sie ist schmal, lang, endigt vorn in zwei lange Spitzen und liegt in einer Scheide. Auch viele Saurier haben eine gespaltene in einer Scheide ruhende Zunge, z. B. die *Fissilingues*. Bei den Krokodilen ist die Zunge der ganzen Länge nach angewachsen. Sehr merkwürdig ist die Zunge des Chamäleon; sie kann sehr weit aus dem Munde gestossen werden, um mit dem vorderen kolbigen und klebrigen Theile Insekten zu fangen. Die Erklärung, dass die Ausstossung durch die Zungenbeinmuskeln geschähe, ist nicht genügend, vielmehr scheint es eine Art von Ausspucken zu sein. Dafür spricht auch, dass das Chamäleon beim Zurückziehen der Zunge öfter ungeschickt ist. Die Zunge der meisten Vögel, mit einem hornartigen Ueberzuge versehen, zugespitzt und mit Haken besetzt, ist mehr Greif- als Geschmacksorgan. Nur bei einigen, namentlich den Papageien, ist sie fleischig und trägt zahlreiche Geschmackspapillen. Auch die Säugethiere zeigen mannigfache Zungenbildungen, deren nähere Beschreibung jedoch zu weit führen würde. Allgemein ist hier die Zunge Geschmacksorgan, auch wo sie zum Theil mit Horngebilden bedeckt ist, wie z. B. bei *Echidna*, *Hystrix*.

3. Geruchsorgane.

Was man von den Geruchsorganen der Würmer gesprochen hat, beruht nur auf Vermuthungen. Erst bei den Arthropoden können wir solche mit einiger Sicherheit nachweisen, und zwar hält man dafür bei verschiedenen Decapoden (*Astacus*, *Homarus*, *Palinurus*,

Pagurus) die im Basalgliede der mittleren Antennen befindlichen Höhlen, welche mit einer weichen Haut ausgekleidet sind, an der sich ein mit dem Fühlernerv vom Gehirn entspringender Nerv ausbreitet. Bei den Spinnen hat man noch keine Geruchsorgane gefunden. Bei den Insekten hat man den Sitz des Geruchssinnes bald in den Tracheenstigmen, bald in den Palpen, bald in den Antennen gesucht. Die anatomischen Verhältnisse scheinen noch am meisten für die Antennen als Geruchsorgane zu sprechen. An diesen finden sich eine grosse Menge von Grübchen, welche unten durch eine zarte Membran geschlossen erscheinen. Aus näheren, namentlich am Fühlerfächer der Lamellicornien angestellten Untersuchungen erhellt jedoch, dass die das Grübchen unten schliessende Haut gar nicht so dünn, und dass sich gewöhnlich in den Vertiefungen durchsichtige pilzförmige Wärzchen erheben. Dieselben für Geruchspapillen zu halten, ist gewagt, da die Verzweigung des Fühlernerven nicht gefunden, und, was das Wichtigere, der stufenweise Uebergang der Wärzchen in wirkliche Haare beobachtet ist. So z. B. sind die Fächerglieder des Aphodius äusserlich mit Haare tragenden Poren versehen, während die inneren Flächen nach der Tiefe zu mehr und mehr warzenartige Erhebungen zeigen.

Ob die ganze Schleimhautoberfläche der Acephalen und besonders der Cephalophoren, oder der Eingang in die Respirationshöhle oder die Lippengegend oder die Tentakeln dieser Mollusken riechen können, müssen wir dahin gestellt sein lassen. Die Bedingungen, welche an ein Geruchsorgan gestellt werden, scheinen dort allerdings erfüllt zu sein. Mit Bestimmtheit sind die Geruchsorgane der Cephalopoden erkannt. Es finden sich in der Nähe der Augen bei einigen zwei kleine Grübchen *(Loligo, Sepiola)*, aus deren Grunde sich bei einigen andern *(Octopus, Cledone, auch Nautilus)* ein papillenartiger Körper erhebt, der bei noch anderen Gattungen *(Argo-*

nauta, Tremoctopus) nur von einem sehr geringen Hautwulst umgeben ist. Der Riechnerv entspringt aus dem *ganglion opticum*, tritt mit in die Augenhöhle und durchbohrt die Augenkapsel.

Erst bei den Wirbelthieren werden die allgemein verbreiteten Geruchsorgane Nase genannt.

Selbst *Branchiostoma* besitzt eine solche, eine unsymmetrisch liegende kegelförmige Vertiefung, welche unmittelbar auf dem vorderen, das Gehirn vorstellenden Theile des Rückenmarkes aufsitzt. Auch die Myxinoiden mit den Petromyzonten haben eine sie, namentlich erstere von allen übrigen Fischen unterscheidende Nasenbildung. Die Nase ist einfach, eine lange Röhre, welche bei den Myxinoiden durch Knorpelringe gestützt ist und, bei ihnen allein unter allen Fischen, den Gaumen durchbohrt. Diese Eigenthümlichkeit und der Spritzsack der Petromyzonten scheint durch die veränderte Art der Athmung bedingt zu sein, indem die Cyclostomen durch die Kiemenlöcher ein- und ausathmen und daher den bei den übrigen Fischen durch den Mund gehenden und den äusseren Nasenöffnungen neues Wasser zuführenden Athemstrom auf eine andere Weise ersetzen müssen. Bei den Myxinoiden geschieht dies durch eine hinter der Gaumenöffnung gelegene bewegliche Klappe, bei den Petromyzonten durch die erwähnte contractile Ausbuchtung des Nasenrohres, den Spritzsack. Um an der Wassererneuerung des Athemstromes Theil nehmen zu können, sind die Nasenöffnungen der Plagiostomen an der Bauchseite angebracht in der Nähe des Mundes, wie sie auch bei den Stören und Knochenfischen, bei letzteren je doppelt, seitlich an der Schnauze liegen. Die mit Flimmerepithelium versehene Riechhaut vermehrt ihre Oberfläche durch Falten und Blätter, gestützt durch Knorpelstäbchen entweder von einer mittleren Axe radienförmig oder kammförmig nach zwei Sei-

ten ausgehend. Die Nasencanäle der *Lepidosiren* liegen in den Lippen, die vordere Oeffnung vorn an der Schnauze, die hintere im Mundwinkel; im Uebrigen ist die Nase ganz fischartig. Sehr auffallende Modificationen zeigen einige Arten *Tetrodon;* sie haben statt der inneren Nasenhöhlen tentakelartige Nasenpapillen mit starken Geruchsnerven.

In der Klasse der Amphibien wiederholt sich der Typus der Fischnase noch einmal bei den Proteiden, namentlich *Proteus*. Mit der nun eintretenden Luftathmung ist immer die Oeffnung der Nase in die Mundhöhle verbunden; die Nasengänge öffnen sich bei den Batrachiern sehr weit nach vorn, bei den Krokodilen sehr weit hinten im Rachen. Während im Allgemeinen bei den Amphibien durch Erweiterung der Nasenhöhlen für die Vergrösserung der Oberfläche gesorgt wird, beginnt bei ihnen auch die Bildung der Muscheln, welche jedoch erst in den folgenden Klassen ihre Bedeutung hinsichtlich der Flächenvermehrung erhalten.

Die äusseren Nasenöffnungen der Vögel variiren sehr an Form und Lage; häufig, namentlich bei den Wasservögeln, auch bei *Cathartes*, fehlt die Scheidewand zwischen denselben (*nares perviae*). Die inneren Oeffnungen (*choanae*) sind in der Regel zwei schmale, oft in eine zusammenfliessende Spalten. Die Muscheln sind gewöhnlich Umbiegungen der knorpeligen Wände der Nasenhöhlen, drei an der Zahl, von denen jedoch nur eine in den verschiedenen Ordnungen vorzugsweise entwickelt zu sein pflegt. Alle Vögel, mit Ausnahme der Tauben besitzen eine, wahrscheinlich die Nasenhöhle feucht erhaltende Nasendrüse, die gewöhnlich auf den Stirnbeinen liegt.

Die wesentlichsten Veränderungen, welchen die Nase der Säugethiere unterworfen, bestehen in der Form und Ausdehnung der unteren Muscheln. Bei den Pflanzenfressern, besonders den Einhufern und Wieder-

käuern, ist die Muschel anfangs ein einfaches Blatt, welches sich bald in zwei sich einrollende Lamellen, eine obere und eine untere, spaltet. Bei den durch ihren Geruch ausgezeichneten Fleischfressern sind die Muscheln, indem sie sich dichotomisch spalten und einrollen, baumartig verzweigt und stellen sehr complicirte Labyrinthe dar, am stärksten bei den Seehunden, bei welchen man danach den feinsten Geruch voraussetzen darf. Mit der Stärke des Geruchssinnes hängt auch die Ausdehnung der Knochenhöhlen (*sinus frontales*, *maxillares*, *sphenoidales*) zusammen, mit denen sehr häufig die Nasenhöhlen communiciren. Beträchtlich sind namentlich beim Elephanten die Stirnbein- und Keilbeinhöhlen.

Sehr bedeutend ist die Umwandlung, welche das Geruchsorgan der ächten Cetaceen erleidet, bei denen zum Theil die Geruchsfunction durchaus zurücktritt, indem den Delphinen die Riechnerven gänzlich zu mangeln scheinen.

4. Gesichtsorgane.

Fast eben so mannigfaltig, als man sich die Abstufungen vom deutlichen Sehen und Unterscheiden der Gegenstände bis zur unbestimmten Lichtempfindung denken kann, scheinen bei oberflächlicher Betrachtung die Gesichtsorgane zu sein. Eine sorgfältigere Vergleichung hat uns jedoch gelehrt, die Augen der Thiere auf wenige Formen zurückzuführen. Bei weitem die meisten Thiere haben Augen, und selbst viele unter denen, bei welchen keine eigenen Gesichtsorgane nachgewiesen werden können, sind für Lichteindrücke empfänglich. Im Allgemeinen fehlen die Augen den festsitzenden Thieren; viele, welche in späteren Lebensperioden ein sesshaftes Leben führen (Schmarotzerkrebse), sind in der Jugend mit Augen begabt.

Augen der Infusorien und Strahlthiere.

In beiden Abtheilungen hat man Augen mit lichtbrechenden Medien, wodurch Bilder der Objecte erzeugt wer-

den könnten, nicht gefunden. Diese werden, wie auch bei vielen Würmern, ersetzt durch Anhäufungen von Pigment, die man um so eher für ein Surrogat wirklicher Augen halten muss, als sie sehr constant bei den betreffenden Thieren vorkommen und häufig mit Nerven in Verbindung stehen. Das wichtigste Argument für die Natur und Bedeutung der Pigmentflecke können wir von den Würmern entlehnen, deren einige Formen die Pigmentflecke an demselben Orte, in demselben Zusammenhange mit dem Nervensystem haben, wo bei verwandten Gattungen unzweifelhafte Augen mit Licht brechenden Medien sich finden. Jedenfalls ist die Intensität des an diese Augenflecke gebundenen Gesichtssinnes eine höchst geringe. Unter den Infusorien tragen dergleichen *Amblyophis*, *Microglena*, *Euglena*, *Volvox* u. a.. Bei vielen Schirmquallen, namentlich den Medusen, liegen im Scheibenrande in bestimmter Anzahl (8 bei *Medusa*) Haufen gelblichen oder rothen Pigments, gewöhnlich unregelmässig vermengt mit Kalkkrystallen. Letztere sind von neueren Naturforschern für Otolithen, die ganzen Organe für Gehörorgane erklärt worden. Die Rippenquallen haben ein einziges solches Organ nicht weit vom Hinterleibsganglion. Unter den Echinodermen besitzen Pigmentflecke die Asteriden und Echinoiden, erstere an dem Ende der Unterseite der Strahlen, letztere auf dem Rücken auf den mit den Genitalplatten abwechselnden Ocellarplatten.



Augen der Würmer.

Blosse Pigment-Augenflecke, wie wir sie eben beschrieben, kommen in allen Klassen der Würmer vor, wenn auch bei den Eingeweidewürmern nur bei den Larven einiger Arten von *Distoma* und *Monostoma*. Die Pigmentflecke der Strudelwürmer nehmen häufig eine bestimmtere Gestalt an, z. B. bei *Mesostomum*, *Hypo-*

stomum, bei welchen Gattungen, wie bei den meisten Rhabdocoelen sich aber keine *nervi optici* gefunden haben. Auch die oft sehr zahlreichen Augen der Nemertinen scheinen nichts als solche Pigmentflecke zu sein, wiewohl sich meist für jeden ein besonderer, von dem Nackenganglion oder dem Gehirn entspringender Nerv verfolgen lässt. Die Augenflecke der Räderthiere zeichnen sich gleichfalls in der Regel durch eine scharfe Begränzung aus, ein Umstand, der darauf hinweist, dass sie doch nicht so bedeutungslos sind, wie manche Zoologen glauben, zumal sie in enger Verbindung mit dem Hauptganglion stehen, dem sie allermeist unmittelbar aufsitzen. In einigen Fällen, z. B. sehr deutlich bei *Brachionus*, ist das scheinbar unpaare Auge durch die Annäherung zweier entstanden, in welchem Zustande noch jede Hälfte ihre fest umschriebene Form bewahrt. Von den Anneliden, welche Pigmentflecke besitzen, erwähnen wir die Naiden, die merkwürdige, auch am Schwanzende beaugte *Amphicora*, ferner *Filograna* und einige Rückenkiemer (*Nephthys*). Bei den meisten dieser Würmer ist freilich ein Zusammenhang mit dem Nervensystem nicht zu sehen.

Wir begegnen aber nun auch bei den Würmern Augen, die als wirkliche optische Werkzeuge zu gebrauchen sind, d. h. Licht brechende Medien besitzen und, wenn auch in überaus einfacher Weise, doch schon nach demselben Princip gebaut sind, welches das Säugethierauge befolgt. Bei vielen Rhabdocoelen, z. B. den meisten Vorticinen liegt in der halbmondförmig gekrümmten Pigmentmasse eine Linse eingebettet, die man deutlicher bei den Dendrocoelen (*Planaria*, *Polycelis*) wahrnimmt. Andere Strudelwürmer (*Proporus*, *Monocelis*, *Convoluta*) tragen im Nacken ein glashelles, einen krystallähnlichen Körper einschliessendes Bläschen, gewöhnlich ringförmig von Pigment umgeben. Wir er-

klären dieses Organ für ein Auge; Andere haben es als ein Gehörorgan, das innere, bewegungslose Körperchen als einen Otolithen betrachtet.

Unter den Ringelwürmern sind es namentlich die beweglicheren, welche Augen haben, bestehend aus einer von Pigment eingefassten Linse, über der sich, wie bei den Strudelwürmern, die Oberhaut als Hornhaut wölbt. Das Pigment bildet häufig eine Art von Pupille. Hierher gehören die Blutegel, viele Rückenkiemer (z. B. *Amphinome*, *Nereis*, *Eunice*) und die Weibchen der schon berührten *Amphicora*. Letztere haben sonderbarer Weise auf dem Schwanzende ausser den ihnen mit den Männchen gemeinsamen Pigmentflecken zwei solche eben beschriebene Augen.

Augen der Arthropoden.

a. Einfache Augen mit Linse, ohne Glaskörper. Derartig construirte Augen, wie wir sie eben bei den Würmern kennen lernten, finden wir bei Crustaceen und Insekten. Sie bestehen aus einer von der Körperbedeckung, wie immer in dieser Abtheilung, gebildeten Cornea, einem dahinter liegenden durchsichtigen, linsenartigen Körper, der die Linse einfassenden Pigmentschicht und dem durch das Pigment an die Linse tretenden Sehnerven. Unter den Crustaceen haben sie unter andern die Jungen mehrerer Parasiten und Lophyropoden; einige dieser Formen (z. B. die *Cyclopidae*) behalten sie zeitlebens. Die Larven der Insekten mit vollkommener Verwandlung tragen gewöhnlich nur diese Augen, während viele ausgebildete Insekten, sehr viele Orthopteren, Dipteren, alle Hymenopteren sie neben den zusammengesetzten Augen behalten.

b. Einfache Augen mit Linse und Glaskörper. Nur wenig modificirt sind die Augen derjenigen

Gliederthiere, bei denen zu dem beschriebenen Apparat noch eine Licht brechende Materie, ein Glaskörper tritt, zwischen Linse und der becherförmig sich ausbreitenden Nervenhaut. Die Pigmentschicht pflegt zwischen Linse und Glaskörper sich einzuschlagen und so eine Art von Iris und Pupille zu bilden. Diese Augen sind sehr verbreitet bei den Arachniden, auch bei der Larve von *Dyticus marginalis* sind sie nachgewieson, und leicht dürfte der Glaskörper sich noch allgemeiner finden. Die unter a und b beschriebenen Augen werden *stemmata* oder *ocelli* genannt.

c. Aggregirte einfache Augen (*ocelli gregati*, *stemmata gregata*). Durch Vermehrung und Annäherung der einfachen Augen, ohne dass die einzelnen Corneen oder die inneren Theile der einzelnen Augen sich berühren, entstehen aggregirte Augen, wie sie die Onisciden, Polypoden und die Männchen der Strepsipteren haben; dort sind es 20 bis 40, bei letzteren gegen 70 Ocellen, deren jede einen Faden des sich zertheilenden Sehnerven empfängt. Gewöhnlich entfernt man, wenn man die Hornhautschicht abzieht, zugleich die enger mit dieser als mit den Glaskörpern verbundenen Linsen.

d. Zusammengesetzte Augen mit facettirter Hornhaut. Denkt man sich die Annäherung der einfachen Augen noch weiter vorgeschritten, dass sich die einzelnen Augen unmittelbar an einander legen, verbunden mit einigen Modificationen, wie sie durch die Bedingungen des Sehens mit dergleichen Werkzeugen erheischt werden, so bekommt man die zusammengesetzten Augen, welche viele Crustaceen und fast alle Insekten im ausgebildeten Zustande haben. Man sagt, die Hornhaut sei facettirt, d. h. die einzelnen Hornhäute berühren einander und haben, nach den Gesetzen sich berührender und zusammendrückender Kreise, meist eine

sechseckige Gestalt angenommen. Viereckige Facetten kommen häufig bei Crustaceen vor (z. B. bei *Astacus*). Hinter jeder Hornhautfacette liegt ein durchsichtiger pyramidenförmiger Körper, die **Linse**, welche mit ihrem hinteren, stumpf zugespitzten Ende von einem becherförmigen Glaskörper aufgenommen wird, welcher letztere wiederum in eine becherförmige Ausbreitung des von dem Sehganglion kommenden Nervenfaden passt. Die so zusammengesetzten Kegel sind isolirt durch **Pigment**, welches nach unten auch das Nervenende umschliesst und zwischen Hornhaut und Linse eine **Pupille** bildet. Ob diese Pupille auch einen besondern Bewegungsmechanismus habe und sich, wie am Auge der Wirbelthiere, verengern könne, erscheint zweifelhaft. Die Farbe der Augen ist in der Regel die des durchscheinenden, gewöhnlich braunrothen Pigments, kann aber auch, wo sie vorzüglich schön schillernd und glänzend wird, von den Körnern ausgehen, und ist dann dasselbe Phänomen, welches wir auch sonst bei facettirten Oberflächen wahrnehmen. Die Schärfe des Gesichts bei so beschaffenen Augen *) wird durch die Anzahl der Facetten und die Oberflächen-

---

*) Wenn einer bestimmten Stelle der Netzhaut auch nur Licht von einer bestimmten Stelle des Objects zukommen kann, allen andern Theilen der Netzhaut dieses besondere Licht ausgeschlossen wird, so ist dadurch ein Bild gegeben. Dies geschieht in den zusammengesetzten Augen der Insekten und Krebse durch die zwischen den Fasern des Sehnerven und den Facetten der Hornhaut gelegenen, mit beiden durch ihre Extremitäten verbundenen, an ihren seitlichen Wänden mit Pigment bekleideten, durchsichtigen Kegel. Jeder dieser um eine convexe Nervenmasse peripherisch gestellten Kegel lässt nur dasjenige Licht zu der Faser des Sehnerven, mit welcher er an seiner Spitze verbunden ist, was unmittelbar durch die Axe des Kegels einfällt. Alles andere von demselben Punkt ausgehende, auf die Hornhaut schief einfallende Licht wird nicht die untere Extremität der Kegel erreichen und deshalb nicht zur Perception von andern Fasern des Sehnerven kommen; es wird, schief einfallend, von den mit Pig-

krümmung bestimmt. So hat *Mordella*, ein Käfer, über 25,000 Facetten, der Weidenbohrer an 11,300, die Ameise nur 50. Durch die Convexität ihrer Augen zeichnen sich die als geschickte und sichere Flieger bekannten Neuropten, auch viele Diptern und Lepidoptern aus.

e. Zusammengesetzte Augen mit nicht facettirter, glatter Hornhaut. Verschiedene Krustenthiere, namentlich Amphipoden, Lophyropoden und Phyllopoden zeigen eine Modification der eben beschriebenen Augen, indem dieselben, bei sonst fast gleicher Beschaffenheit, von einer gemeinsamen glatten Hornhaut bedeckt werden. Die Krystallkörperchen oder Linsen sind in diesem Falle gewöhnlich an dem der Hornhaut zugewendeten Ende zugerundet und ragen aus dem Pigment hervor. Bei *Gammarus* sind die zwei seitlichen Augen noch vollständig getrennt, sie nähern sich einander sehr bei *Limnadia* und sind bei *Daphnia* vollständig zu einem fast kugelrunden, durch mehrere Muskeln um seinen Mittelpunkt beweglichen Cyclopenauge verschmolzen.

Als eine Zwischenstufe zwischen den Formen c und d sind die Augen anderer Amphipoden und Phyllopoden, z. B. *Branchipus*, zu betrachten, wo sich unter der glatten, an der Häutung Theil nehmenden Hornhaut eine zweite facettirte Hornhaut findet.

Augen der Mollusken.

In der Abtheilung der Weichthiere sind die Augen sehr verbreitet; wir finden nur ausnahmsweise jene an Stelle der Augen auftretenden Pigmentanhäufungen, wie man vielleicht bei den Acephalen erwarten könnte, son-

---

ment bekleideten Wänden der nur in der Axe durchsichtigen Kegel absorbirt werden. Joh. Müller, Zur vergl. Phys. des Gesichtssinnes S. 363.

dern die Augen zeigen gleich bei dieser Klasse eine complicirtere Structur, als wir in den einfachen Augen der Arthropoden bemerkten, während sie bei den Cephalopoden unmittelbar zu dem zusammengesetzten Bau des Auges der Wirbelthiere und des Menschen führen. Nur die Augen einiger Pteropoden (*Clio* und *Sagitta*, wenn letzteres Thier nicht etwa zu den Würmern zu zählen) sind unvollkommen. Die um die After- und Athemöffnung vieler Ascidien (*Clavellina*, *Cynthia*, *Phallusia*) herumliegenden Augen, eingebettet in gelbe Pigmenthaufen, haben ungefähr dieselben Bestandtheile, wie die sogleich zu beschreibenden der Lamellibranchien.

Bei diesen wird der Augapfel eingeschlossen von einer festen, fibrösen *sclerotica*, welche auch an den Seiten durchsichtig ist, namentlich aber vorn, wo eine zarte *conjunctiva* über sie hinweggeht, eine *cornea* bildet. An ihrer inneren Fläche liegt eine aus zwei verschiedenfarbigen Pigmentschichten bestehende *chorioidea*, welche vorn eine, meist bläuliche *iris* bildet und häufig, der Pupille gegenüber ein aus spindelförmigen, quergefurchten Körperchen zusammengesetztes *tapetum* enthält, welches z. B. bei *Pecten*, *Spondylus* einen wundervollen Glanz hervorbringt. Die Iris ist contractil. Die ziemlich platte Linse lässt zwischen sich und der stärker gewölbten *cornea* einen Raum, welcher durch die Iris in eine vordere und eine hintere Augenkammer getheilt wird. Die Hinterfläche der Linse wird aufgenommen vom Glaskörper, welchen die *retina* umfasst. Die Augen, deren Zahl sehr variirt nach den Individuen und selbst nach den Mantelhälften der einzelnen Individuen, liegen auf den Mantelrändern und den von diesen abgehenden Tentakeln und Fortsätzen, namentlich am Hintertheile. Der Verlauf der Augennerven, ob diese, wie man vermuthen sollte, von dem über dem Schlunde liegenden Ganglienpaare entspringen, ist ungewiss.

Fast ganz so, wie die Augen der Lamellibranchien, sind diejenigen der Cephalophoren beschaffen, nur dass man nicht die doppelte Schichte der Chorioidea gefunden, auch kein Tapetum, und dass die Iris nicht contractil zu sein scheint. Die Cephalophoren haben nie mehr als zwei Augen; diese liegen bei *Helix* und *Limax* auf der Spitze der hinteren Fühler, bei *Paludina* und *Limnaeus* auf einem Absatze an den Tentakeln. Der feine Sehnerv scheint immer von dem Fühlernerven gesondert aus den oberen Schlundganglien zu entspringen.

Die hauptsächlichsten Eigenthümlichkeiten der zwei unverhältnissmässig grossen Augen der Cephalopoden, in deren Beschreibung und Deutung man jedoch noch sehr uneins ist, möchten etwa folgende sein: Bei den Loliginen und Octopoden liegt der Augapfel, vorn und an den Seiten frei, in einer Augenkapsel, gebildet durch die knorpelige Augenmuschel und eine sich an den Knorpel anschliessende fibröse Haut, welche vorn mit der Hauptbedeckung sich verbindet, dünn und durchsichtig wird und somit als *cornea* fungirt. Indem nun der Augapfel nicht unmittelbar an die Augenkapsel sich anlegt, entsteht eine vorn und seitlich den Augapfel umgebende Höhle, geschlossen durch eine seröse Haut, die von einigen Zootomen mit der *coniunctiva* verglichen worden. Diese seröse, auf dem Augapfel silberglänzende Haut bildet die Iris, und aus der Pupille ragt die Linse frei in die Augenkapselhöhle, welche merkwürdiger Weise mit der Aussenwelt durch eine enge Oeffnung communicirt. Kann aber schon hier das Meerwasser mit der Höhlenflüssigkeit sich vermischen, so wird bei *Loligopsis* und *Onychotheutis* die Linse geradezu vom Meerwasser bespült, da bei diesen Gattungen die Augenkapsel vorn gar nicht geschlossen ist. Im Uebrigen lassen sich am Augapfel ungefähr dieselben Haupttheile benennen, wie am Wirbelthierauge.

Augen der Wirbelthiere.

Die Beispiele von Blindheit oder sehr unvollkommner Ausbildung der Gesichtsorgane sind unter den Wirbelthieren Ausnahmen. Dahin gehören unter den Fischen die Leptocardier, indem bei *Branchiostoma* nur zwei Pigmentflecke sich finden, ferner die Myxinoiden, deren rudimentäre Augen von der Haut (*Bdellostoma*) oder auch von Muskeln (*Myxine*) bedeckt werden, eine Eigenschaft, die selbst ein Säugethier, *Spalax typhlus*, mit den Fischen theilt. Von den Amphibien sind die unterirdisch lebenden Proteiden hierher zu rechnen.

Sonst zeigt das Auge der Wirbelthiere verhältnissmässig geringe Varietäten. In allen Klassen finden sich die vier geraden und zwei schiefen Muskeln, zu denen bei den Amphibien und vielen Säugethieren der Zurückzieher des Augapfels, *musculus retractor oculi*, kommt, der bei den Wiederkäuern in vier einzelne Muskeln zerfällt.

Die Augenlidbildung kommt bei den Fischen nur unvollkommen zu Stande, indem gewöhnlich die äussere, durchsichtiger gewordene Haut einfach das Auge überzieht. So ist es auch bei vielen Amphibien, z. B. den Coecilien, Ophidiern und Geckos. Bei *Chamaeleon* sind die Augenlider zu einer kreisrunden mit einem Querspalt versehenen Blendung verwachsen. Aber schon bei den Fischen, in einer Abtheilung der Haie (*Nictitantes*), sehr vielen Amphibien (am vollständigsten bei den Krokodilen) und ganz allgemein bei den Vögeln findet sich ein drittes Augenlid, die Nickhaut, *membrana nictitans*, welche von dem vorderen (inneren) Augenwinkel aus durch einen eigenthümlichen Muskelapparat über das Auge gezogen werden kann. Sie schwächt, da sie ziemlich dünn ist, die Lichtempfindung nicht ganz ab. Mit ihr ist immer die Hardersche Drüse ver-

bunden. Bei den Säugethieren ist die Nickhaut auf die *plica semilunaris* reducirt, die bei einigen, z. B. den Pferden, einen Knorpel enthält.

Der Thränenapparat fehlt den Fischen, ist aber schon bei den meisten Amphibien vorhanden. Die Thränen der Schlangen bleiben unter der von dem äusseren Hautüberzuge gebildeten und das Auge wie ein Uhrglas bedeckenden Kapsel und werden von hier aus in den Thränenkanal geleitet.

Das Auge der Fische ist an der Hinterwand der *orbita* befestigt. Die *sclerotica* der meisten Knochenfische nimmt zwei, häufig verknöchernde Knorpelstreifen auf, welche beim Stör zu einem Knorpelcylinder werden. Die *cornea* ist sehr flach; ihre grössere Convexität würde, bei der brechenden Kraft des Wassers, dem deutlichen Sehen hinderlich sein. Die äussere in die Iris übergehende Lamelle der *chorioidea* zeichnet sich durch ihren Silberglanz aus, auf der inneren Fläche der *chorioidea* findet sich oft (z. B. bei den Plagiostomen) ein silberglänzendes *tapetum*. Das *corpus ciliare* haben nur die Plagiostomen, auch die Thunfische. Durch den Spalt der *retina* der Knochenfische tritt eine Fortsetzung der inneren Haut der *chorioidea* in den Glaskörper bis zur Linse, der *processus falciformis*, dessen vordere Anschwellung die *campanula Halleri* ist. Die sehr runde Linse ragt aus der Pupille hervor.

Das Auge der Amphibien nähert sich dem der Vögel; die Linse ist platter als bei den Fischen, das *corpus ciliare* vorhanden. Der bei vielen Sauriern (*Anguis*, *Lacerta*) vorkommende Kamm (*pecten*, *marsupium*) ist eine weitere Entwicklung des *processus falciformis* der Fische, als dessen Analogon wohl auch der in der Mitte der Retina befindliche schwarze Fleck bei den Krokodilen anzusehen.

Bei den Vögeln wird die *cornea* von einem Kno-

chenringe umgeben, bestehend aus einer unbestimmten (12—30) Anzahl von Platten. Ganz allgemein ist nun der Kamm, ein dunkler, fächerförmiger Körper, der viel Pigment und Gefässe enthält. Er erstreckt sich häufig bis an die Linsenkapsel.

Die Modificationen, welche das Auge der Säugethiere im Vergleich mit dem menschlichen darbietet, sind unbedeutend. Eine ganz enorme Anschwellung der *sclerotica* findet sich bei den Wallfischen. Von der *uvea* ragen bei den Pferden, vielen Wiederkäuern, auch beim *Monodon* die sogenannten Trauben bis in die Pupille herab, eine auch bei einigen Fischen (*Rhinobatus*) vorkommende Bildung. Wichtig sind die auf das *tapetum* sich beziehenden Veränderungen, eine eigenthümliche Membran im Auge vieler Säugethiere, welche die Fähigkeit hat, das Licht zurückzuwerfen, und so das scheinbare Selbstleuchten der Augen hervorbringt. Bei den eigentlichen Pflanzenfressern, den Pferden, Wiederkäuern, den Cetaceen und einigen fleischfressenden Beutelthieren ist das *tapetum* faserig und zeigt getrocknet nicht mehr die Interferenzerscheinungen. Dagegen ist das *tapetum* der Carnivoren und Robben zellig.

5. Gehörorgane.

Gehörorgane der Würmer.

Bei einigen, namentlich zwei mit *Amphicora* verwandten Borstenwürmern sind Gehörbläschen mit Otolithen gefunden, wie wir sie unten bei den Molluken kennen lernen. Bei *Amphicora Sabella* habe ich nichts dem Aehnliches bemerkt.

Gehörorgane der Arthropoden.

Unter den Crustaceen hat man bisher nur bei den Decapoden Organe gefunden, welche sich als Gehör-

werkzeuge deuten lassen. Von der Unterseite des ersten Gliedes der äusseren Fühler erhebt sich ein kegelförmiger hohler Vorsprung, dessen vordere Oeffnung durch eine dünne, einem Trommelfell vergleichbare Membran geschlossen ist. Der Kegel enthält einen zarthäutigen Schlauch, der sich nach innen zu einer Blase erweitert und mit einer klaren Flüssigkeit erfüllt ist. Auf diesen weichen Theilen, die dem häutigen Labyrinth verglichen sind, verbreitet sich der Gehörnerv.

Obgleich die Spinnen zu hören scheinen, sind dennoch weder bei ihnen, noch bei den allermeisten Insekten Gehörorgane nachgewiesen. Nur bei den Orthopteren scheint das Vorhandensein derselben ausser Zweifel. Bei den Acridiern (*Gomphocerus* u. a.) bemerkt man oben und an den Seiten des ersten Hinterleibsringes einen eiförmigen Ausschnitt, umgeben von einer hornigen Einfassung, in welcher eine trockne, dünne Membran als Trommelfell ausgespannt ist. An der Innenseite dieser Membran sind einige Hornstückchen befestigt, mit welchen wiederum ein zarthäutiges, mit einer Flüssigkeit erfülltes und den Gehörnerven bedeckendes Bläsehen in Verbindung steht. Der Nerv entspringt vom dritten Brustganglion. Der ganze Apparat wird von hinten eingeschlossen durch die Ausbreitung einer Tracheenblase, welche von dem im Hornringe befindlichen Stigma entspringt, und wodureh also ausgezeichnet für die Resonanz gesorgt ist. Auffallender noch ist die Lage der Gehörorgane bei den Locustiden und Achetiden in den Tibien des ersten Fusspaares, z. B. bei *Locusta viridissima*. Den Eingang bilden bei ihr auf beiden Seiten der Tibien zwei längliche, ritzförmige Oeffnungen; hinter jeder ist ein Trommelfell, und zwischen beiden Trommelfellen erweitert sich der Tracheenstamm der Beine zu einer Art von Blase. Da, wo diese Erweiterung beginnt, macht der aus dem ersten Brustganglion entspringende

Gehörnerv eine Anschwellung, aus welcher ein bandförmiger Fortsatz an der Tracheenblase herabläuft. Die am Hinterrande des Prothorax bemerklichen grossen Stigmen sind die Mündungen jener Haupttracheenstämme, neben welchen sich die eigentlichen Stigmen des Prothorax befinden.

Gehörorgane der Mollusken.

Bei den Mollusken sind die Gehörorgane sehr verbreitet, aber in einer sehr einfachen Form. Unter den Acephalen finden sie sich fast allgemein bei den Lamellibranchien. Es sind zwei von einer durchsichtigen Haut gebildete Bläschen, welche eine Flüssigkeit mit einem Otolithen enthalten und entweder unmittelbar auf dem Fussganglienpaare aufsitzen (z. B. bei *Cyclas*) oder durch kurze Gehörnerven damit verbunden sind (z. B. bei *Anadonta*, *Unio*). Die Angabe über ähnliche Gehörbläschen der Tunicaten bedürfen einer näheren Bestätigung.

Die Gehörkapseln der Cephalophoren enthalten in der Regel eine grössere, unbestimmte Anzahl von Otolithen. Einen haben die Heteropoden und mehrere Nacktkiemer. Die zitternde, schwankende Bewegung, welche man an den Gehörkrystallen wahrnimmt, so lange die Kapsel nicht zerdrückt ist, rührt von sehr feinen Wimpern her, mit denen die Innenseite der Kapsel bekleidet ist. Gewöhnlich liegen die Gehörkapseln auf dem unteren Schlundganglienpaare, eine Lage, welche der bei den Lamellibranchien bemerkten entspricht; und nur in den Fällen, bei vielen Nacktkiemern, wo die unteren Schlundganglien in die Höhe gerückt und mit den oberen Partieen verschmolzen sind, haben auch die Kapseln an dieser Translocation Theil genommen, unmittelbar dem Gehirn aufsitzend (*Aeolis*, *Doris* u. a.). Auch bei einigen He-

teropoden empfangen die Gehörbläschen ihre Nerven von der Gehirnmasse.

Die Gehörbläschen der Cephalopoden befinden sich in zwei Höhlungen des unteren Theiles des Kopfknorpels und enthalten nur einen, sehr verschieden gestalteten Otolithen. Der Hörnerv verbreitet sich auf dem birnförmigen Bläschen, das man dem häutigen Labyrinth der Wirbelthiere gleichstellen kann, wie die Knorpelhöhle dem knöchernen.

Gehörorgane der Wirbelthiere.

Wir haben das Gehörsäckchen der Krebse und Cephalopoden mit dem häutigen Labyrinth der Wirbelthiere verglichen; näher bezeichnet würde es nur dem *vestibulum membranaceum* entsprechen, indem jede Andeutung von halbzirkelförmigen Kanälen fehlt. Diese sind das alleinige Eigenthum der Wirbelthiere.

Das Gehörorgan von *Branchiostoma* ist unbekannt. Bei allen übrigen Fischen beschränkt es sich auf die *canales semicirculares* mit dem *vestibulum*, jedoch finden bedeutende Unterschiede statt. Das, wie bei den Petromyzonten, in einer eigenen Gehörkapsel liegende häutige Labyrinth der Myxinoiden ist ein einziger in sich zurücklaufender Kanal mit einer dem *vestibulum* gleichwerthigen Anschwellung. Bei *Petromyzon* und *Ammocoetes* besteht das häutige Labyrinth aus dem durch eine Furche in zwei symmetrische Hälften zerlegten *vestibulum* mit einem zwischen den Ampullen gelegenen sackförmigen Anhange und zwei halbzirkelförmigen Kanälen, die mit dem *vestibulum* verwachsen sind, an der inneren Wand der Knorpelkapsel sich knieförmig verbinden und an dieser Stelle, so wie durch ihre fast dreitheiligen Ampullen mit dem Vorhofe communiciren. Alle übrigen Fische besitzen, wie die Amphibien, Vögel und Säugethiere, drei halbzirkelförmige Kanäle.

Bei den Plagiostomen ist das häutige Labyrinth, *canales semicirculares*, nebst *vestibulum* und dem sackförmigen Anhange desselben, ganz in den knorpeligen Schädel versenkt. Durch eine kanalartige Verlängerung der knorpeligen Bedeckungen (Haie) des Vorhofes, oder auch zugleich des *vestibulum membranaceum* selbst setzt sich das Labyrinth mit der Aussenwelt in Verbindung; die beiden Kanäle münden durch einige sehr kleine Oeffnungen in eine auf dem Hintertheil des Schädels befindliche und von der äusseren Haut überzogene Grube. Bei den Knochenfischen, denen sich die Chimären und Störe anschliessen, liegt das häutige Labyrinth theils in der Schädelhöhle, theils in den Schädelwandungen. Sowohl im *vestibulum*, als in den beiden Abtheilungen des mit dem *vestibulum* verbundenen Säckchens, *saccus vestibuli*, befinden sich Otolithen, die wieder von einer feinen Membran umgeben und durch dieselbe an die Labyrinthwände befestigt sind.

Sehr merkwürdig ist die Verbindung, welche bei verschiedenen Fischen zwischen der Schwimmblase und dem Gehörorgane besteht. So findet sich bei den Siluroiden mit Schwimmblase, den Cyprinoiden und Characinen unter den vorderen Wirbeln eine Reihe von drei Knöchelchen, deren vorderstes an hintere Verlängerungen und Ausbuchtungen des häutigen Labyrinthes stösst, während das hintere bis zur Schwimmblase reicht. Bei *Clupea*, *Engraulis* und *Notopterus* verlängert sich die Schwimmblase in einen, nicht mit dem Schlundgange zu verwechselnden Kanal, der sich wieder theilt. Jeder dieser Aeste geht in zwei blasenartige Erweiterungen über, deren eine mit dem Labyrinth zusammenstösst. Aehnlich verhält es sich bei mehreren Percoiden, z. B. *Holocentrum*, *Myripristis*, wo eine Verlängerung der Schwimmblase bis in die Nähe des Labyrinthes geht, von dieser aber durch eine Schädelmembran getrennt bleibt.

Ueber die Bedeutung dieser Verbindungen lassen sich nur Vermuthungen aufstellen; vielleicht dient die Schwimmblase hier als Resonator.

Das Gehörorgan der Amphibien bietet grosse Verschiedenheiten dar, namentlich gehen, wie in vielen anderen anatomischen Verhältnissen, so auch hier die nackten und die beschuppten Amphibien aus einander, indem erstere den Fischen, letztere den Vögeln sich anschliessen. Demnach fehlt den nackten Amphibien durchweg die Schnecke; die meisten derselben, nämlich die Coecilien, Derotreten, Salamandrinen und von den Fröschen die Bombinatoren (Unke) sind auch ohne Trommelhöhle. Die Verbindung des Vorhofs, die *fenestra ovalis* wird gewöhnlich nur durch ein knorpeliges Deckelchen geschlossen, und dieses noch von Muskeln und Haut überzogen. Die Bombinatoren ausgenommen findet sich bei den ungeschwänzten Batrachiern eine Paukenhöhle mit drei, die *fenestra ovalis* mit dem hinter dem *os quadratum* auf einem Knorpelringe ausgespannten, meist ganz frei liegenden Trommelfelle verbindenden Gehörknöchelchen. Von diesen sind jedoch das innere, der Deckel der *fenestra ovalis*, und das äussere mehr knorpelig; sie entsprechen dem Hammer, Ambos und Steigbügel. Der mittlere, am meisten ausgebildete, wird der Hauptknochen auch bei den beschuppten Amphibien und Vögeln und heisst dann das Säulchen, *columella*. Die *tubae Eustachii* münden in der Regel (*Rana*, *Hyla*, *Bufo*) gesondert in den Rachen; nur in der Familie der zungenlosen *Pipae* findet sich eine gemeinsame Oeffnung der ausnahmsweise langen Tuben mitten im Rachen. Bei diesen ist das Trommelfell selbst in einen knorpeligen Deckel verwandelt.

Von den beschuppten Amphibien fehlt den Schlangen die Trommelhöhle; die lange *columella* der Grossmäuler steckt in den Muskeln, bei den Engmäulern

ist die *columella* klein oder verschwindet ganz. Alle beschuppten Amphibien besitzen eine durch eine *fenestra rotunda* mit der Trommelhöhle in Verbindung stehende Schnecke, obschon diese bei den Cheloniern noch sehr einfach ist, sackförmig, ohne Abtheilungen. Am meisten ausgebildet und von der der Vögel kaum zu unterscheiden ist die Schnecke der Krokodile, wo sie von länglicher Gestalt ist, etwas gekrümmt und am Ende erweitert. Sie enthält einen Knorpelring, zwischen welchem eine zarte, der *lamina spiralis* zu vergleichende und die Verzweigungen des *n. cochlearis* enthaltende Membran ausgespannt ist, bedeckt von einer zweiten faltigen und gefässreichen Haut. Dadurch wird die Schnecke in zwei der *scala tympani* und *s. vestibuli* entsprechende Abtheilungen getheilt. Indem die Schenkel des Knorpelringes in dem freien Ende der Schnecke sich umbiegen und in eine feste Membran übergehen, bilden sie die sogenannte Flasche, *lagena*, worin ebenfalls die Vögel vollkommen mit den Krokodilen übereinstimmen.

Das Ohr der Säugethiere ist in allen inneren Theilen dem des Menschen höchst ähnlich; nur die Schnecke von *Echidna* und *Ornithorhynchus* erinnert noch einmal an die der Vögel.

Die Literatur über die Sinnesorgane ist sehr zerstreut. Wir beschränken uns, nur einige der wichtigeren Arbeiten über die Geruchs-, Gesichts- und Gehörorgane anzuführen.

H. Erichson, *De usu et fabrica antennarum in insectis.* Berlin, 1847.

H. Burmeister, Beobachtungen über den feineren Bau des Fühlerfächers der Lamellicornien, als eines muthmasslichen Geruchswerkzeuges; in der Zeitung für Zoologie von D'Alton und Burmeister. Bd. I. Nr. 7. 1848.

A. Kölliker, Geruchsorgane der Cephalopoden. Fror. Not. 1843. Bd. 26.

Joh. Müller, Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig, 1826.

Ders., Fortgesetzte anatomische Untersuchungen über den Bau der Augen bei den Insekten und Crustaceen. Meck. Arch. 1829. S. 38.

Fr. Will, Beiträge zur Anatomie der zusammengesetzten Augen mit facettirter Hornhaut. Erlangen und Leipzig 1840.

Ders., Ueber die Augen der Bivalven und Ascidien. Fror. Not. 1844. Bd. 29. S. 81.

A. Krohn, Beitrag zur näheren Kenntniss des Auges der Cephalopoden. *N. Acta N. Cur. Vol. XVII. P.* 1. 1835. S. 337. Darüber auch *Vol. XIX*. 1842. P. 2. S. 41.

Aem. Huschke, *Commentatio de pectinis in oculo avium potestate anatomica et physiologica. Jenae*, 1827.

W. Soemmerring, *De oculorum hominis animaliumque sectione horizontali.* Goetting., 1818.

E. Brücke, Ueber das Tapetum im Auge der Säugethiere. Müller's Arch. 1845.

Th. v. Siebold, Ueber das Stimm- und Gehörorgan der Orthopteren. Wiegm. Arch. Bd. 10. 1844. S. 52.

Ders., Ueber das Gehörorgan der Mollusken. Wiegm. Arch. Bd. 7. 1841.

Joh. Müller, Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehörorgans bei den Cyclostomen. Abh. der Berl. Acad. a. d. Jahre 1836. Berlin, 1838. (Fortsetzung der vergl. Anat. d. Myxinoiden.)

H. Windischmann, *De penitiori auris in amphibiis structura. Lips.* 1831.

·eiter Abschnitt.

·gane der Bewegung.

Erstes Kapitel.

·ren Bedeckungen und das Hautskelett.

ren Bedeckungen und das Hautskelet der Infusorien.

Diejenigen Naturforscher, welche ein Infusorium für eine Zelle halten, betrachten natürlich die Hautbedeckung des Thieres als Zellenmembran. Abgesehen von der übrigen Organisation lehrt die genauere Untersuchung der Haut selbst, dass diese Analogie unzulässig. Wenn sich der Vergleich vielleicht auch bei vielen kleineren glatten Formen (Monaden u. A.) halten liesse, deren zarte Hülle ausgezeichnete endosmotische Eigenschaften zu haben scheint, so besteht die Haut vieler Enterodelen doch augenscheinlich selbst wieder aus einer Zellenschicht, und bei einigen Arten (*Bursaria leucas*, *Paramaecium Aurelia* und *caudatum*) findet man dieselben Hautgebilde, welche unter dem Namen der stabförmigen Körperchen bei den Turbellarien allgemein bekannt geworden sind. So wenig man die Hautbedeckung der Turbellarien der Zellenmembran gleichstellen kann, eben so wenig ist es bei den Infusorien statthaft. Die verschiedenen wimperartigen Anhänge hat die Zoologie zu beschreiben.

Sehr häufig wird von der Körperoberfläche ein lederartiger (bei den Klosterien) oder ganz starrer hornartiger Panzer (z. B. bei den Arcellinen) ausgeschieden. Der Panzer der Naviculaceen, welche sehr viele Naturforscher zu den Pflanzen zählen, ist kieselig. Die Foraminiferen oder Polythalamien bilden kalkige, gewöhnlich aus mehreren oder vielen, in der Form der Schneckengehäuse an einander gereihten Kammern bestehende Gehäuse, welche an die Schalen der Nautilinen erinnern.

2. Die äusseren Bedeckungen und das Hautskelet der Strahlthiere.

Die Bedeckungen der Polypen zeigen grosse Mannigfaltigkeit, jenachdem die Hautschichten, deren man in der Regel zwei zählt, weich bleiben (*Actinia*, *Edwardsia*), oder verhornen und durch Aufnahme anorganischer Bestandtheile erhärten. Der auf diese Weise entstehende Polypenstock (*Polyparium*) ist nicht als Excret anzusehen, etwa wie das Schneckengehäuse von den Manteldrüsen ausgeschieden wird, sondern entsteht durch eine Verhornung oder Verkalkung der Körperhüllen selbst, indem entweder der Kalk in mehr oder minder regelmässigen krystallinischen Formen zwischen den Hautschichten sich ablagert, in welchem Falle das Polyparium gewöhnlich eine lederartige oder korkige Beschaffenheit hat (*Alcyonium*, *Lobularia*, *Veretillum*, *Pennatula*) oder indem sich kleine Kalkmoleküle, und dann gewöhnlich in grösseren Massen, inniger mit der organischen Grundlage vermengen. So ist es bei den sogenannten Stamm- oder Kerngerüsten, welche von mehreren der genannten Gattungen (*Veretillum*, *Pennatula*) und andern (den Corallinen) nach innen abgesondert werden. Oder endlich ist der Kalk chemisch an die Integumente gebunden, wie bei den Funginen, Madreporinen u. a.,

bei welchen Familien man mit Unrecht von einem Kerngerüste spricht, indem bei einer *Fungia* nur der untere Theil der Körperwandungen und der Septa der Leibeshöhle verkalkt, während bei den Madreporinen die Verkalkung der Körperwandungen ausgedehnter ist.

Unter den Acalephen sind hinsichtlich ihrer Hautbedeckung die Hydroiden am besten gekannt. Auch bei ihnen unterscheidet man eine obere feinere und eine untere dickere Schicht, welche letztere sich bei mehreren der polypenartigen Larvenformen (*Tubularia*, *Campanularia* u. a.) zu hornigen Röhren und Zellen verdickt, auch zum Aufbau des hornigen, kohlensauren Kalk enthaltenden Stockes verwendet wird. Bei den übrigen Quallen lässt sich nur eine einzige sehr zarte, structurlose Hautschicht nachweisen. Die unter ihr liegenden Pigmente sind in Zellen eingeschlossen.

In der Hautbedeckung der Polypen und Quallen finden sich sehr allgemein die sogenannten Nessel-, Gift- und Angelorgane. Sie bestehen gewöhnlich aus einem elliptischen, mit einer klaren Feuchtigkeit erfüllten Bläschen, aus welchem ein im Zustande der Ruhe spiralig eingerollter Faden emittirt werden kann. Bei unserer *Hydra* (deren Stellung unter den Quallen allerdings eine sehr precäre ist) ist das Bläschen flaschenförmig und trägt an seinem oberen Ende drei nach unten gerichtete Haken, welche eingestülpt werden können. Verschieden von diesen Bildungen sind die Haftorgane, derbhäutige, eine starre Borste tragende Kapseln, die namentlich an den Fangarmen vorkommen.

Bei den Echinodermen ist ein kalkiges Hautskelet sehr verbreitet. Bei den Crinoiden ist die Bauchseite weich, die Rückenseite verkalkt, und das aus Scheiben oder kurzen, durch eine sehnige, elastische Interarticularsubstanz verbundenen Cylindern zusammenge-

setzte Skelet setzt sich in die Arme, Pinnulae und Cirrhen fort. Auch der Stiel von *Pentacrinus* und den jungen Comatuln ist gleicherweise gegliedert. Bei den Echinoiden haben sich die einzelnen, ein netzförmiges Gefüge zeigenden Kalkplatten zu einer unbeweglichen Schale zusammengelegt. Die Platten sind in regelmässigen Reihen geordnet und bilden, abwechselnd mit den Interambulaeralfeldern, die Ambulaeralfelder, indem sie, zur Verbindung der äusseren Füsschen mit den inneren Ambulacralbläschen, durchlöchert sind. Von der Mundöffnung der eigentlichen Echinen und der Clypeastriden ragen Kalkfortsätze in den Körper hinein, welche Muskeln und Bändern der Kauwerkzeuge zum Ansatz dienen. Hiermit ist der den Schlund umfassende Knochenring der Holothurien zu vergleichen. Bei den Echinoiden und Ophiuren, deren Hautskelet an den Armen beweglich ist, liegt den Schildern und Platten, wenn auch in geringer Menge, eine organische Materie zu Grunde, die man, nach Entfernung des Kalkes durch Säuren, als ein zartes Gitterwerk darstellen kann. In der, hauptsächlich aus einer beträchtlichen, elastischen Faserschicht, unter einer dünnen Zellenlage, bestehenden Hautbedeckung der Asterien finden sich bedeutende Kalkmengen abgelagert in Form unregelmässiger Balken und Netze. Hiermit werden wir zu den Holothurien geführt, in deren lederartiger Cutis der Kalk zwar in geringeren Mengen, aber unter den mannigfaltigsten und sonderbarsten Formen vorkommt, theils als irreguläre, durchbohrte Scheiben, als Stäbchen und Körner, theils als regelmässige, oft an die Schneekrystalle erinnernde ebene oder pyramidale Kalkgestelle und Säulenplatten. Höchst eigenthümlich sind in der Familie der Synaptinen die sogenannten Anker. Ein solcher besteht aus einem zweispitzigen Bogen, der vermittelst eines Stieles an eine mehr oder minder regelmässig durchlöcherte Kalkplatte angefügt ist.

Die Anker ragen aus der Haut hervor und dienen wahrscheinlich als Haftorgane.

Von den vielfachen, dem Hautskelet angehörigen Anhängen der Echinoiden und Asteriden thun wir, als der merkwürdigsten, nur der Pedicellarien Erwähnung. Es sind über den ganzen Körper verbreitete Greifapparate, bestehend aus einem Stiele mit oben eingelenkten zangenartigen Armen. Indem die Pedicellarien die ergriffene Nahrung einander zureichen, gelangt diese von den entferntesten Körpertheilen nach dem Munde.

In der Hautbedeckung der Sipunkuloiden findet sich kein Kalk.

3. Die äusseren Bedeckungen und das Hautskelet der Würmer.

Die oberste Hautschicht der Strudelwürmer ist ein Flimmerepithelium; zwischen den feinen Flimmern finden sich bei einigen Dendrocoelen und Rhabdocoelen (*Eolideceros*, *Macrostomum*, *Dinophilus* u. a.) borstenartige Haare. Derartige Nesselorgane, wie sie bei den Polypen und Quallen so allgemein vorkommen, scheinen ziemlich verbreitet zu sein. Sie sind am leichtesten bei *Microstomum lineare* zu beobachten, wo sie sich in nichts von denen der *Hydra* unterscheiden. Vielleicht sind auch die stabförmigen Körperchen, welche sich in tiefer liegenden, birnförmigen Zellen bilden und, nachdem sie aus diesen frei geworden, aus der Hautoberfläche der Dendrocoelen und Rhabdocoelen hervorragen, als Nessel- oder Giftorgane zu betrachten.

Die aus einer oder zwei als *epidermis* und *corium* zu benennenden Schichten bestehenden Hautbedeckungen der Helminthen erstarren nie zu einem Hautskelet. Als eine Analogie eines solchen dürften die scheibenförmigen oder elliptischen Kalkkörperchen anzu-

sehen sein, welche sich bei den Cysticen (*Coenurus* und *Cysticercus*) sehr dicht, bei den Cestoden (*Botriocephalus*, *Taenia* u. a.) nur vereinzelt finden.

Die Bedeckung der Räderthiere, an der man keine verschiedenen Schichten unterscheiden kann, ist derb und durchsichtig. Sie erhärtet bei vielen Gattungen zu einem festen, aber nicht spröden, sondern biegsamen Panzer, welcher sich zu dem hervorstreckbaren und einziehbaren Körper wie die Polypenzelle zum Polypen verhalten mag.

Unter den Ringelwürmern zeichnet sich die Ordnung der Borstenwürmer durch ihre vielgestaltigen weichen und harten Hautanhänge aus, welche als Fühl- und Gliedfäden, Haare, Borsten, Haken und Schuppen für die zoologische Systematik wichtig werden. Zur Bildung eines eigentlichen dem Körper verwachsenen Hautskelets kommt es nicht; eine ganze Abtheilung, die Röhrenwürmer, ersetzen jedoch dasselbe durch den Bau von kalkigen, lederartigen oder aus Sand u. dergl. zusammengeleimten Röhren, mit denen sie aber nie organisch verbunden bleiben.

4. Die äusseren Bedeckungen und das Hautskelet der Arthropoden.

Wir hatten schon in der Einleitung Gelegenheit, zu bemerken, dass die Arthropoden sich durch die ganz eigenthümliche chemische Zusammensetzung ihrer Hautbedeckung von den Würmern scheiden. In allen drei Klassen ist eine in Aetzkali unlösliche, stickstoffhaltige Substanz, das Chitin, Grundlage des Hautskelets, mag dieses nun, bei vielen Crustaceen, durch Aufnahme von phosphorsaurem oder kohlensaurem Kalk sich verdicken und noch mehr erstarren, als bei den Insekten, oder, bei den meisten Arachniden, leder-

artig und dehnbar bleiben. Auch die Dornen, Haare und Schuppen sind chitinhaltig, und derselbe Stoff findet sich in den nach innen gehenden Fortsätzen des Hautskelets (z. B. bei *Lucanus*, *Astacus*), welche theils für den Ein- und Abschluss gewisser Organe sorgen, theils zu Ansatzpunkten der Muskeln dienen und mit Unrecht als Anfänge eines inneren Skelets angesehen worden sind. Unter der Chitinbedeckung findet sich eine zweite faserige Schicht vor, von welcher nach der Häutung die Regeneration der äusseren Hüllen auszugehen scheint.

Bei den früher den Mollusken zugezählten Cirripedien ist der mit dem Chitin-Hautskelet versehene Körper noch von einem chitinhaltigen und an der Häutung Theil nehmenden Mantel umgeben, auf welchem ein aus mehreren beweglichen Stücken bestehendes, an Structur und Zusammensetzung den Schalen der Bivalven ähnliches Kalkgehäuse abgesondert wird.

5. Die äusseren Bedeckungen und das Hautskelet der Mollusken.

Einen Gegensatz zu den Arthropoden bilden hinsichtlich der äusseren Körperbedeckungen die Weichthiere, bei denen nie die Haut selbst und der durch Faltung der Haut gebildete Mantel erstarrt, sondern der Körper vermöge der dem Corium innig verwebten Muskelschicht der mannigfaltigsten Contractionen und Formveränderungen fähig ist, und die harte, skeletartige Schale, falls eine solche abgesondert wird, immer nur partiel dem Körper anhängt.

Höchst merkwürdig ist der Mantel der Tunicaten, welcher Holzfaser (Cellulose) enthält.

Auf der Körperoberfläche der Acephalen und Cephalophoren findet sich in grosser Ausdehnung ein Flimmerepithelium, was, namentlich bei ersteren, indem

es regelmässige, der Athmung dienende Wasserströme hervorbringt, die Fortpflanzungsstoffe leitet u. s. w., von grosser Wichtigkeit ist.

Im Corium der Cephalopoden finden sich die unter dem Namen der Chromatophoren bekannten, mit Pigment erfüllten Zellen eingebettet, durch deren abwechselnde Contraction das unter dem Einflusse des Nervensystems stehende Farbenspiel jener Thiere hervorgebracht wird. Aehnlich scheint es sich mit dem Farbenwechsel des Chamäleon zu verhalten.

Sowohl in den Muschelschalen der Brachiopoden und Lamellibranchien, als in den Gehäusen der Cephalophoren und Cephalopoden bemerkt man eine organische Grundsubstanz, welche sich, nach Entfernung des eingelagerten kohlensauren Kalkes, seltner in Gestalt prismatischer Zellen, wie in der oberen Schicht der Muscheln, gewöhnlich aber in Form zarter, gefalteter Lamellen zeigt. Gewinnt diese organische Masse das Uebergewicht, so werden die Schalen biegsam, wie z. B. bei *Orbicula* (einer Brachiopode), *Hyalea*, *Cleodora* (Pteropoden), *Argonauta*.

Von dem einkammerigen Gehäuse des Papier-Nautilus unterscheidet sich, ausser durch das Zurücktreten der organischen Grundsubstanz, das der Nautilinen auch dadurch wesentlich, dass es durch Querscheidewände in eine Menge von Kammern getheilt ist. Die Querscheidewände werden bei *Nautilus* von einer unterbrochenen, bei *Spirula* von einer ununterbrochen fortlaufenden Röhre durchsetzt, welche den *Sipho*, eine Fortsetzung des Mantels aufnimmt.

Häufig findet sich bei den Mollusken, wenn eine äusserliche Schale fehlt, eine solche in und unter der weichen Hautbedeckung. Von den Cephalophoren gehören hierher u. a. *Bullaea*, *Limax*; unter den Cephalopoden besitzen die Loliginen eine innere Rückenschale,

welche von *Sepia* als *os sepiae* am bekanntesten ist, indem sie sich von den ganz hornigen länglichen Platten der übrigen Loliginen durch ihren starken Kalkbeleg über der Hornschicht auszeichnet.

Endlich verdient noch bemerkt zu werden, dass viele Schnecken, namentlich Nacktkiemer, die im ausgewachsenen Zustande keine Spur von Schale haben, ein gewöhnlich pantoffelförmiges Gehäuse während ihres Embryonal- und Larvenlebens besitzen.

6. Die äusseren Bedeckungen und das Hautskelet der Wirbelthiere.

Man kann im Allgemeinen in der Hautbedeckung der Wirbelthiere drei Schichten, *Epidermis*, Pigmentschicht und *Cutis* unterscheiden.

Die meisten Fische tragen Schuppen. Der Körper der Schuppe liegt in einem durch Aussackung der Cutis entstandenen Hautbeutel und scheint in keinem Falle als Horngebilde betrachtet werden zu dürfen. Dass die Schuppen Knochengebilde sind, beweisen u. A. sehr gut die dicken Schuppen von *Sudis*, in denen sich eine dünne Schicht Knochenkörperchen findet, wie auch die Hautschilder der Störe, *Ostracion* u. a. knöchern sind und ursprünglich immer organisirt sein mögen.

Diese bei den Fischen schwierigere Unterscheidung der durch Apposition wachsenden, todten Horn- und der organisirten, mit Blutgefässen durchzogenen Knochenbildungen tritt bei den Amphibien klarer hervor. Bekanntlich zeichnen sich die beschuppten Amphibien durch die Entwickelung des Hautskelets aus. Gewöhnlich ist der Kern der Schuppen oder Schilder knöchern; er entsteht in und auf Kosten der *cutis* und ist überzogen von einer an der zu Tage liegenden Fläche der

Schuppen und auf dem Rücken der Schilder verhornten Epidermialschichte (Schildpatt der Chelonier). Am bedeutendsten sind die Knochenschilder bei den Krokodilen und Schildkröten, obgleich sie bei letzteren (nach Rathke's Untersuchungen) nicht in der Ausdehnung zur Bildung des Rückenschildes beitragen, als man bisher angenommen. Demnach würden diese sogenannten Ergänzungsplatten in der Regel aus einer vor dem Dornfortsatze des zweiten Rückenwirbels liegenden Nackenplatte, einer unpaarigen, das Rückenschild hinten schliessenden und 22 Marginalplatten bestehen, wozu noch einige hinter dem Dornfortsatze des achten Rückenwirbels gelegene kommen, wogegen die Dornfortsätze des zweiten bis achten Rückenwirbels und die Rippen nicht mit Hautknochen in Verbindung treten sollen. Nach demselben Naturforscher gehört das Bauchschild der Chelonier, das man bisher als Brustbein deutete, dem Hautskelet an. Das Bauchschild besteht gewöhnlich aus neun Stücken (4 paarigen und 1 unpaaren), deren Verwachsung bei den Landschildkröten sehr frühzeitig eintritt. Die Entstehung der Knochenplatten ist ganz dieselbe, wie die der Ergänzungsplatten des Rückenschildes und der Hautknochen anderer Wirbelthiere. Die Schuppen der Schlangen haben keine Knochenkerne. Es würde zu weit führen, hier die mannigfaltigen, aber verwandten Feder-, Horn-, Nagel-, Stachel- und Haarbildungen bei Vögeln und Säugethieren durchzugehen. In einzelnen Fällen verhornt die Epidermis so stark, dass der ganze Körper mit sich dachziegelförmig deckenden Schuppen umgeben ist, wie bei *Manis*. Ganz anders verhält sich dagegen das Hautskelet der *Cingulata*, deren Panzer aus wirklichen Knochenschildern besteht, über welchen noch eine mehr oder weniger hornige, Haare tragende Epidermis liegt.

Sehr verschieden sind die Hörner des Hornviehes von dem Geweih der Hirsche. Jene entstehen, ähnlich

wie die Nägel, Krallen und Hufe, aus einer Matrix, und bedecken als Scheiden die hohlen Stirnbein-Zapfen. Die Zapfen des Geweihes sind solid; auf ihnen erhebt sich das knöcherne, alljährlich abzuwerfende und wieder zu ersetzende Geweih, welches während des Wachsthums eine Hautbekleidung hat. Diese wird nach Ausbildung des Geweihs abgestreift. Der periodische Wechsel des Geweihs steht in engem Zusammenhange mit der Geschlechtsfunction; castrirte Hirsche werfen das Geweih nicht mehr ab.

H. Frey, Ueber die Bedeckungen der wirbellosen Thiere. Göttingen, 1848. Abgedruckt aus den Göttinger Studien. 1847. (Infusorien, Radiaten, Würmer.)

C. Schmidt, Zur vergleichenden Physiologie der wirbellosen Thiere. Braunschweig, 1845. Namentlich über das Vorkommen des Chitin, auch der Cellulose. Ueber letztere vergl. man die ausgezeichnete Arbeit von Loewig und Kölliker in den Ann. d. sc. n. 1847: *De la composition et de la structure des enveloppes des tuniciers.*

Zweites Kapitel.

Das innere Skelet.

1. Das innere Skelet der Asteriden.

Das innere Skelet der Asteriden ist zusammengesetzt aus beweglich mit einander verbundenen Kalkscheiben, an Form ähnlich den Wirbelkörpern; diese Plattenreihen verlaufen vom Munde nach der Spitze der Radien. Sie sind bei den Asterien nach oben und nach der Seite frei und schliessen sich auf der Bauchseite enger an die Hautbedeckung an, während sie in den Armen der Ophiuriden ringsum dicht vom Hautskelet umschlossen sind.

2. Das innere Skelet der Brachiopoden und Cephalopoden.

Von der Schlossgegend der nicht durchbohrten Schale der Terebrateln erhebt sich ein gabelförmiges oder aus mehreren sich vereinigenden Bogen bestehendes Gerüst in das Innere, welches zur Stütze der Arme dient.

Mit mehr Recht spricht man von einem inneren Skelet der Cephalopoden, bei denen mehrere Knorpel als Hüllen und Stützen der Weichtheile auftreten. Am beträchtlichsten ist der Kopfknorpel, der bei den Zweikiemern in einen mittleren, vom Schlund durchbohrten, oben das Gehirn, unten die Gehörwerkzeuge enthaltenden Theil und zwei muschelförmige Seitentheile zerfällt, welche seitlich und von hinten die Augenkapsel schliessen helfen. Weniger vollständig ist der Kopfknorpel des *Nautilus*. Andere skeletartige Theile sind nach den Theilen, an und in welchen sie sich befinden, als Rücken-

knorpel (*Loligo* und *Sepia*), Schlossknorpel (am Trichter der Loliginen und *Argonauta*), Flossenknorpel (in den Seitenflossen der Loliginen) und Armknorpel (*Sepia*) beschrieben.

Nach dem, was in der Einleitung über die typischen Verschiedenheiten im Bau der Thiere bemerkt ist, bedarf es wohl kaum der Erwähnung, dass es nur ein müssiges Phantasiespiel ist, wenn man die Rückenknorpel der Cephalopoden eine rudimentäre Wirbelsäule nennt, eben so, wenn man die inneren Plattenreihen der Asteriden auf das Princip des Wirbels zurückführen will.

3. Das innere Skelet der Wirbelthiere.

Aus dem Bisherigen, sowohl aus den Erörterungen über die Grundformen der Thiere, als aus den vergleichenden Betrachtungen des Nervensystems und der Sinnesorgane, haben wir den im Allgemeinen gültigen, in den besonderen Fällen mit grosser Vorsicht anzuwendenden Schluss ziehen können, dass das Gesetz, welches sich in der Entwickelung des Individuum aus dem scheinbar Homogenen kundgiebt, auch innerhalb der grösseren Abtheilungen des Thierreichs herrscht, dass auch innerhalb der Typen ein Fortschritt von dem Einfacheren zum Vollkommneren sich offenbart. Zur Anerkennung eben dieses Gesetzes drängt uns auch in überzeugender Weise die vergleichende Osteologie. Indem wir also im Voraus graduelle Verschiedenheiten des innern Knochengerüstes der Wirbelthiere zu erwarten haben, werden wir zwar bei jedem Wirbelthiere gewisse unveräusserliche Theile des Skelets suchen müssen, keineswegs aber an jedem Wirbelthiere dieselben Knochen finden. Es giebt, wie keine Urpflanze und kein Urthier, auch kein die gesammte Osteologie *in nuce* enthaltendes Urskelet.

Die Wirbelsäule.

Wahrscheinlich besitzen alle Wirbelthiere ohne Ausnahme ursprünglich die Rückensaite, *chorda dorsalis*, welche erst von den später sich bildenden Wirbeln verdrängt wird. Diese in der Regel vorübergehende Form der Wirbelsäule, die *chorda dorsalis* mit ihren zwei häutigen, fibrösen Scheiden, deren obere ein zweites Rohr für das Rückenmark bildet, verharrt bei einigen Fischen zeitlebens. Die Saite zeigt bei *Branchiostoma* eine fascrige Structur, sonst besteht der gallertige Inhalt ganz aus Zellen.

Knorpelige Elemente, die bei *Branchiostoma* sowohl, als bei den Myxinoiden und *Ammocoetes* mangeln, treten zuerst bei *Petromyzon* als paarige Bogenschenkel auf dem Rückenmarksrohre auf, während zwei parallele fast knorpelige Leisten an der Unterseite der Chorda, welche im Schwanze einen, auch bei den übrigen Cyclostomen sich findenden Kanal für die *arteria* und *vena caudalis* bilden, den Basilarknorpeln äquivalent sind, welche die Störe, *Polyodon* und die Chimären permanent haben. In dem vorderen Ende der Wirbelsäule rücken bei diesen Fischen die peripherischen Bogenstücke, zu denen verschiedene Deckknorpel und Schaltstücke kommen, so nahe zusammen, dass sie die Chorda rings einschliessen. Die ersten Ossificationen enthält die Scheide der Chorda von *Chimaera* als feine Streifen, deren je fünf bis sechs auf die vier corticalen, einen Wirbel ausmachenden Knorpelelemente kommen. Es schliesst sich hieran die Wirbelsäule der Lepidosiren.

Bei allen bisher genannten Fischen kann man von wirklichen Wirbeln noch nicht sprechen. Diese entwickeln sich bei den Plagiostomen und Knochenfischen, mit Ausnahme einiger Haie (*Hexanchus* und *Heptanchus*), deren durch Septa quergetheilte *chorda dorsalis* sammt ihrer fibrös-knorpeligen Scheide und den auf sie aufge-

setzten paarigen Bogenstücken zeitlebens bleibt. Bei den Embryonen also der übrigen Plagiostomen und der Knochenfische ist Anfangs eine Chorda, welche vier Reihen Bogenstücke trägt. Indem diese wachsen und verwachsen, engen sie die Chorda perlschnurförmig ein oder verdrängen sie aus der Mitte der Wirbelkörper gänzlich, so dass in diesem Falle die in den conischen oder becherförmigen Vertiefungen der Wirbelenden befindliche Gallertmasse das alleinige Ueberbleibsel der *chorda dorsalis* ist, welche niemals zur Bildung des Wirbelkörpers verwandt wird. Wohl aber nimmt hieran, wie schon das Beispiel von *Chimaera* lehrte, die äussere Schichte der Scheide der Chorda Theil. Dieses centrale Element des Wirbelkörpers ossificirt immer, während die Rindenstücke bei den Plagiostomen oft knorpelig bleiben. Bei den Haien, seltener bei den Rochen, übertrifft die Zahl der Bogenstücke die der Körper um das Doppelte; an einer Stelle der Wirbelsäule des Hammerfisches sind sogar dreimal so viele Bogenstücke als Wirbel. Diese überzähligen Bogenstücke sind Schaltstücke (*cartilagines intercrurales*), wie wir sie schon oben von den Stören und Chimären erwähnten, und die man auch Petromyzon zuschreiben muss, wo zwischen je zwei Austrittsstellen der Spinalnerven zwei Bogenstücke liegen.

Die Wirbel der Fische entstehen also aus fünf Stücken. Nachdem die oberen Bogenschenkel zur Bildung des Rückenmarkcanals sich zusammengethan, verschmelzen sie zu den oberen Dornfortsätzen, die in einigen Fällen (*Acipenser*) als gesonderte Stücke erscheinen. Die unteren Bogenstücke bilden Querfortsätze, an welchen die Rippen befestigt sind. Nach dem Schwanze zu rücken diese Querfortsätze mehr und mehr nach unten, biegen sich zu dem die *arteria* und *vena caudalis* aufnehmenden Kanal zusammen und verschmelzen zu den unteren Dornfortsätzen. Diese rippentragenden

Querfortsätze der Fische sind daher durchaus von den rippentragenden Querfortsätzen der übrigen Wirbelthiere verschieden, wo sie von der Basis der oberen Bogenschenkel entspringen. Jene eigentlichen Querfortsätze der übrigen Wirbelthiere verschmelzen nie in der Schwanzgegend zu unteren Dornfortsätzen, sondern diese werden durch besondere untere Querfortsätze gebildet, die eben dadurch für das Fischskelet charakteristisch werden, dass sie allein zu Trägern der Rippen verwandt sind, so dass, wo ausnahmsweise bei Fischen (*Polypterus*, mehrere *Pleuronectes* u. a.) über den unteren noch obere Querfortsätze vorkommen, dennoch die Insertion der Rippen die bei den Fischen gewöhnliche ist.

Ganz abweichend ist die Verbindung der Wirbel des *Lepidosteus* durch Gelenkkopf und Gelenkhöhle.

Von den nackten Amphibien haben mehrere Familien, nämlich die Coecilien, Proteiden und Derotreten fischartige Wirbel, welche wahrscheinlich dieselbe Entstehungsweise wie dort haben. Bei den Salamandrinen und Batrachiern sind die Wirbel nicht mehr fischartig und durch Gelenke verbunden. Bei den meisten Fröschen und *Salamandra* ossificirt die Scheide der Chorda in Ringen, welche die oberen Wirbelbogen tragen. Hier bleibt die Chorda zuletzt als dünner Faden übrig. Eine merkwürdige Ausnahme machen *Cultripes*, *Pelobates* und *Pseudis*, wo die Scheide der Chorda gar nicht in den Wirbel eingeht und die Bildung des Wirbelkörpers allein durch die oberen Bogenstücke geschieht, so dass die Chorda unter die Wirbelkörper zu liegen kommt. Das Kreuzbein der ungeschwänzten Batrachier besteht aus einem Wirbel mit sehr breiten *processus transversi*; ebenso ist das lange dünne Schwanzbein ein einziger Wirbel.

Die Wirbel der beschuppten Amphibien entstehen im Allgemeinen auf dieselbe Weise wie die der

Vögel und Säugethiere, indem zwei peripherische Elemente die Chorda umwachsen und, indem sie sich vergrössern und gewöhnlich von unten aus ossificiren, diese verdrängen. Die Verbindung der Wirbelkörper geschieht bei den Schlangen, Eidechsen, Krokodilen und am Halse und Schwanze der Schildkröten durch Gelenke, auch sind in der Regel die Bogenschenkel zwischen je zwei Wirbeln durch vier Gelenkfortsätze verbunden, so dass der obere Bogen jedes Wirbels zwei vordere und zwei hintere Gelenkfortsätze hat. Eine auffallende Veränderung erleiden die Dornfortsätze des zweiten bis achten Rückenwirbels der Schildkröten, indem sie die Form sich eng an einander schliessender Platten annehmen.

Den Schildkröten nähern sich die Vögel in Hinsicht der Beweglichkeit der Enden der Wirbelsäule im Gegensatz zur Festigkeit des mittleren Theiles derselben. Nicht nur die Kreuzbeinwirbel, auch die Rückenwirbel verwachsen oft ganz mit einander.

Unter den Säugethieren findet die Verbindung der Wirbelkörper durch Gelenkflächen bei den Ein- und Zweihufern statt, sonst geschieht sie durch Knorpelbandscheiben. Sehr constant ist die Zahl der Halswirbel; *Bradypus torquatus* hat acht, *Bradypus tridactylus* neun, *Manatus australis* gewöhnlich sechs, alle übrigen Säugethiere, selbst die Giraffe, sieben Halswirbel.

Atlas und *Epistropheus.* Bei Amphibien, Vögeln und Säugethieren heissen die beiden vordersten, gewöhnlich durch ihre Form ausgezeichneten Halswirbel *Atlas* und *Epistropheus.* Ersterer hat bei Vögeln und beschuppten Amphibien einen, bei nackten Amphibien und Säugethieren zwei Gelenkgruben zur Aufnahme des oder der *condyli occipitales.* Mit dem Körper des *epistropheus* ist in der Regel der *processus odontoideus* (passender *os odontoideum* genannt) verbunden, der bei den Vögeln den *atlas* oberhalb der Gelenk-

grube durchbohrt. Dieser Knochen findet sich als gesondertes Stück bei den Cheloniern und Eidechsen; er fehlt bei den ächten Cetaceen, deren Halswirbel (nur die beiden ersten bei mehreren Delphinen, mehrere bei andern) verschmelzen. Wie die Entwickelungsgeschichte der Schlangen und Schildkröten gelehrt hat, scheint das *os odontoideum* der eigentliche Körper des *atlas* zu sein, während dasjenige Stück des *atlas*, welches man als den Körper dieses Wirbels zu bezeichnen pflegt, eine Modification zweier Bogenschenkel und eines dritten Skeletstückes (Schlussstück des *atlas*) ist.

Die Rippen.

Die Wirbel aller Regionen der Wirbelsäule sind fähig, Rippen zu tragen. Nicht nur bei den Fischen und Schlangen finden sich Rippen an den vorderen Wirbeln; noch in anderen Fällen sind die Halswirbel mit Rippen versehen oder lassen sich wenigstens deren Rudimente nachweisen. Diese Verkümmerung zeigt sich am instructivsten bei den Vögeln. Der letzte Halswirbel derselben trägt eine falsche Rippe, die an den folgenden Halswirbeln rudimentär wird und als kleines Knochenstück sich mit dem Wirbelkörper und dem gleichfalls abortiven Querfortsatze verbindet. Zwischen diesen Theilen bleibt ein Loch, entsprechend den an den Rückenwirbeln durch *capitulum* und *tuberculum* der Rippen, Wirbelkörper und Querfortsatz umgebenen Räumen. Andere Beispiele von dem Vorkommen von Rippenrudimenten an den Halswirbeln bieten die Krokodile, Monotremen und Faulthiere dar; selbst an verschiedenen Halswirbeln des Menschen, am häufigsten am siebenten, findet sich am Querfortsatz ein Knochenkern, welcher als Rippenrudiment anzusehen.

Rippenrudimente an den Lendenwirbeln finden sich gleichfalls bei den Krokodilen, auch bei mehreren Säugethieren, als *Ursus*, *Lemur Mongoz*, dem Schweinefötus.

Am Kreuzbein kommen sie beim jungen Krokodil, den Schildkröten und, ausser bei anderen Säugethieren, sehr deutlich beim jungen Gürtelthier vor, bei welchem letzteren auch an den vorderen Schwanzwirbeln dergleichen Rippenrudimente zu bemerken sind.

Unter den Fischen, deren Rippen, wie oben gesagt, an den den Wirbelkörpern angehörigen Querfortsätzen befestigt sind, haben nur einige, namentlich *Clupea*, vollständige oder wahre Rippen, indem bei ihnen das den Fischen fehlende Brustbein durch eine Reihe Vförmiger, sich mit den Rückenrippen verbindenden Knochen ersetzt wird. Die in den Seiten- und Rückenmuskeln liegenden und hinsichtlich ihrer Befestigung an den Wirbeln mehrfach variirenden Fleischgräten haben ihrer Natur nach nichts mit den Rippen gemein und können nicht als sogenannte obere Rippen betrachtet werden, obgleich sie mitunter, so bei *Thynnus* und *Polypterus*, stärker als die Rippen selbst entwickelt sind.

Die nackten Amphibien besitzen nur rudimentäre Rippen; bei den Fröschen fehlen sie sogar ganz, wogegen bei diesen Thieren die Querfortsätze sehr stark sind. Bei den nackten geschwänzten Amphibien gehen die Rippen nie eine Verbindung mit dem Brustbein ein, wie auch die Schlangen und einige schlangenähnliche Blindschleichen nur falsche Rippen haben. Bei den Schildkröten verbreitern sich die acht mittleren Rippen jeder Seite, bis sie mit einander verwachsen, und tragen so wesentlich zur Bildung des Rückenschildes bei. Die Entwickelungsgeschichte hat gezeigt, dass von den beiden Schenkeln, durch welche die Rippen sich mit den Wirbeln verbinden, der untere, den man für gleichbedeutend mit dem Hals und Kopf der Säugethier- und Vogelrippen hielt, dies nicht ist, aber auch dem *tuberculum* jener nicht völlig äquivalent; er entspricht nur einem Theile des Rippenkörpers. Die obe-

ren, mit den Dornfortsätzen der Wirbel sich verbindenden Rippenschenkel sind den Schildkröten ganz eigenthümlich. Auch die Rippen der Schildkröten gelangen nicht zum Bauchschilde, was, nachdem wir das Bauchschild als zum Hautskelet gehörig kennen gelernt, um so weniger auffallend ist.

Bei den Krokodilen sind acht Rippen durch Knorpel, die aus zwei Segmenten bestehen (Mittelrippe, Sternalrippe) mit dem Brustbein verbunden. Merkwürdig ist das Vorkommen von Bauchrippen bis zum Becken, denen nur unvollständige oder rudimentäre Rückenrippen entsprechen. Man hat diese Bauchrippen als *sternum abdominale*, Bauchbein, zusammengefasst.

Eine eigenthümliche Verlängerung mehrerer Rippen findet sich bei *Draco*, wo sie zur Stütze der Flughaut dienen.

Die schon bei den Krokodilen vorkommenden *processus uncinati*, vermittelst welcher die Rippen sich dachziegelartig decken, und welche daher zur Festigkeit des Rumpfgerüstes beitragen, sind bei den Vögeln besonders entwickelt. Bei den Vögeln vorzugsweise spricht man von Sternalrippen, *ossa sternocostalia*, durch welche die wahren Rippen mit dem Brustbeine zusammenhängen. Die Verbindung der Rippen mit den Wirbelkörpern durch Hals und *capitulum*, mit dem Querfortsatz durch das *tuberculum* ist bei Vögeln wie bei Säugethieren die gewöhnliche. Unter letzteren zeigen namentlich die Monotremen und Cetaceen in Betreff der Verbindung mit den Wirbeln Abweichungen, indem bei ersteren das unvollständige *tuberculum* den Querfortsatz nicht erreicht, bei den Cetaceen aber die hinteren, seltner alle Rippen (*Balaena longimana*) nur an den Querfortsätzen hängen.

Das Brustbein.

Das Brustbein ist ein an Form und Zahl der Knochenstücke, aus welchen es zusammengesetzt ist, sehr variirender Skelettheil.

Wie die Fische haben auch die Schlangen, Schildkröten und mehrere der schlangenähnlichen Eidechsen (*Anguis*) kein Brustbein. Bei den übrigen Eidechsen und bei den Krokodilen ist es, wie bei den nackten Amphibien, noch sehr einfach und besteht gewöhnlich aus einer grösseren hinteren, rhomboidalen Platte und einem schmalen *manubrium*, letzteres bei den Eidechsen mit Seitenästen.

Bei den meisten Vögeln ist das Brustbein von grossem Umfange und durch einen weit hervorspringenden Kiel ausgezeichnet. Mit der Entwickelung des Brustbeins, wie mit der Länge der Flügelknochen pflegt die Flugfähigkeit in geradem Verhältnisse zu stehen. So fehlt der Kiel den straussartigen Vögeln, während er bei den Kolibri, den Raubvögeln u. a. sehr stark ist. An dem hinteren Rande des Brustbeins finden sich sehr gewöhnlich ein oder zwei Ausschnitte, seltener Fontanellen.

Den meisten Variationen ist das Brustbein der Säugethiere unterworfen, ohne dass diese Veränderungen ein besonderes morphologisches Interesse hätten. Es wird gewöhnlich aus mehreren hinter einander liegenden Stücken gebildet, deren vorderstes das *manubrium*, das hinterste der *processus ensiformis* ist. Die Segmente des Brustbeinkörpers entsprechen in der Regel den *interstitia intercostalia*.

Schulter- und Beckengürtel. Die Extremitäten.

Nur bei den Plagiostomen und wenigen Knochenfischen (*Muraenoidei*, *Nothacanthini*) ist das Schultergerüst nicht unmittelbar mit dem Hinterhaupte ver-

bunden. Die Haie unterscheiden sich aber darin von den Rochen, dass der Schultergürtel der letzteren an der Wirbelsäule befestigt ist. Die beiden seitlichen Schenkel verschmelzen bei den Haien unten vollständig; bei den meisten Rochen zerfällt der Gürtel in mehrere Segmente. Einige an den Gürtel sich anschliessende Knorpel, welche die Flossenstrahlen tragen, sind den *ossa carpi* und *metacarpi* zu vergleichen, während der Gürtel selbst *scapula* und *clavicula* enthalten mag. Bei den Rochen erreicht der vordere der die Flossenstrahlen tragenden Knorpelbogen den am vorderen Ende des Kopfes liegenden Schedelflossenknorpel.

Auch bei den Knochenfischen, deren Schultergürtel aus zwei in mehrere Knochen zerfallenden Schenkeln besteht, ist die Homologie mit dem Schultergürtel der übrigen Klassen nur annähernd zu bestimmen. Der oberste, durch zwei Fortsätze mit dem Kopfe verbundene Knochen ist das *os suprascapulare;* der darauf folgende, mitunter fehlende, kleinere wird *scapula* genannt. Der beträchtlichste ist der dritte, die *clavicula* (*humerus* Cuv.), welche nach innen einen schmalen, aus einem oder zwei Stücken bestehenden Fortsatz, *os coracoideum*, trägt und unten mit dem entsprechenden Knochen der andern Seite zusammenstösst. Die an die *clavicula* sich anschliessenden Knochen entsprechen wahrscheinlich den *ossa carpi* und *metacarpi*, und Ober- und Unterarm fehlen gänzlich. Die Flossenstrahlen der Brust- und Bauchflossen kann man mit den Finger- und Zehengliedern vergleichen; es ist aber unnöthig, auch unpassend, wegen der Strahlen der unpaaren Rücken-, After- und Schwanzflossen. Bei den meisten Fischen sitzen die Strahlen der Rücken- und Afterflossen auf besonderen Flossenträgern, welcher wiederum an die *processus spinosi superiores* und *inferiores* befestigt sind. Die Strahlen der Schwanzflosse sind mit dem letzten Wirbel verbunden.

Das Schultergerüst der ungeschwänzten Batrachier und Eidechsen besteht aus vier Stücken, der *cartilago suprascapularis*, *scapula*, *os coracoideum* und der *clavicula*. Sehr vereinfacht ist dieses Gestell bei den geschwänzten Batrachiern, wo jede Seite ein, durch mehrere Fortsätze seine Zusammensetzung aus *scapula*, *clavicula* und *os coracoideum* verrathendes Ganzes ausmacht. Die Verkümmerung geht bei den schlangenähnlichen Eidechsen noch weiter; die Schlangen selbst haben keine Spur von Schultergerüst und vorderen Extremitäten. Den Chamäleonten und Krokodilen fehlt die *clavicula* und bei den Cheloniern ist die *clavicula* ein Fortsatz der *scapula*, das *os coracoideum* ein meist breiterer, einwärts und hinterwärts gerichteter Knochen. Die Bildung der vorderen Extremitäten schliesst sich an die der Säugethiere an.

Das Schultergerüst der Vögel besteht jederseits aus drei Knochen, einer meist langen, schwertförmigen *scapula*, dem starken *os coracoideum* und der *clavicula*. Gewöhnlich verschmelzen beide *claviculae* und bilden zusammen die sogenannte *furcula*, die Gabel. Mehrere Papageien verlieren die *furcula* ganz. — Die Flügelknochen der Vögel sind folgende: auf den *humerus* folgen die beiden Vorderarmknochen, der vordere schwächere *radius* und dahinter die starke *ulna*. Die zwei Handwurzelknochen sind klein; am beträchtlichsten an der Hand sind die beiden Mittelhandknochen, die an ihren Enden verwachsen sind. Der an der Radialseite liegende ist stärker und trägt oben (d. h. nach der Handwurzel zu) auf einem Vorsprunge den, meist einen einzigen Phalangen enthaltenden Daumen, unten den meist zweigliederigen Mittelfinger, neben welchem der immer eingliederige dritte Finger liegt.

Das Schultergerüst der Säugethiere besteht in

seiner Vollständigkeit aus drei Stücken: *os coracoideum*, *clavicula* und *scapula*. Das *os coracoideum* verschmilzt jedoch selbst in dem einen Falle, bei den Monotremen, wo es vom Schulterblatte zum Brustbein reicht, später mit der *scapula*; bei allen übrigen Säugethieren erscheint es nur als *processus coracoideus*, ohne das Brustbein zu erreichen. Für die *clavicula* ist als Regel anzunehmen, dass sie bei denjenigen Säugethieren vorkommt, welche die vorderen Extremitäten nicht ausschliesslich zum Gehen gebrauchen, sondern auch zum Klettern und Graben, zur Ergreifung der Nahrung u. dergl. Daher besitzen sie z. B. viele Nager und Insektivoren, die Affen vollständig. Andere Nager (*Lepus* u. a.) haben sie unvollkommen. Bei den reissenden Thieren wird sie noch mehr rudimentär (*Felis*) oder verschwindet ganz.

Die ausserordentliche Mannigfaltigkeit, welche die Knochen der vorderen Extremitäten zeigen, weniger der Oberarm und die, bei den Pachydermen und Hufthieren verschmelzenden Vorderarmknochen, auch die *ossa carpi*, als die *ossa metacarpi* und die *phalanges*, ist bedingt durch die Lebensweise der verschiedenen Abtheilungen. Die Zahl der Mittelhandknochen, gewöhnlich fünf, ist bei den Edentaten und Pachydermen reducirt, am meisten aber bei den Zwei- und Einhufern. Hier ist nur ein Mittelhandknochen vollkommen ausgebildet, der bei den Pferden einen aus drei Phalangen (Fesselbein, Kronenbein, Hufbein) bestehenden Finger trägt.

Zum Beckengürtel gehören jederseits drei Knochen, die aber ganz oder zum Theil verschwinden können und mehr oder minder mit einander verwachsen; es sind das Hüftbein (*os ileum*), Sitzbein (*os ischii*) und Schaambein (*os pubis*).

Der paarige Knochen der Knochenfische, wie die Beckenknorpel der Plagiostomen, scheint den *ossa pubis* zu entsprechen. Die Flossenknorpel sind bei

den Plagiostomen an zwei von den Schenkeln des Beckenbogens nach hinten gerichteten Knorpeln befestigt, an welche sich auch die zangenförmigen Hülfsbegattungsorgane der Plagiostomen und Chimären schliessen. Der erwähnte paarige Knochen der Knochenfische trägt unmittelbar die Flossenstrahlen, nur bei *Polypterus* finden sich *ossa metatarsi*.

Die Amphibien zeigen die grössten Verschiedenheiten. Den Schlangen fehlen zum grossen Theile Becken und hintere Extremitäten gänzlich, ebenso den Coecilien und der Gattung Siren. Einige Schlangen (*Boa*) haben jedoch Spuren von Beckenknochen und Extremitäten, und an diese reihen sich, hinsichtlich des Beckenrudimentes, die schlangenähnlichen Eidechsen an, während die übrigen Eidechsen, denen sich die Schildkröten anschliessen, ein vollständiges Becken besitzen. Die Krokodile sind durch eine sehr abweichende Lage der Schaambeine ausgezeichnet. Unter den Batrachiern haben die ungeschwänzten eine sehr auffallende Form des Beckens. Die Hüftbeine sind sehr lang und bilden mit ihrem hinteren, verbreiterten Theile, indem dieser sich mit dem Sitzbein und Schaambein verbindet und indem die letzteren Knochen beider Seiten verschmelzen, eine Scheibe.

Bei denjenigen Amphibien, welche nicht rudimentäre Extremitäten haben, sind die einzelnen Knochen derselben unschwer auf die entsprechenden Abtheilungen der Säugethiere zurückzuführen. Besonders entwickelt sind bei den Fröschen das Schwanzbein und Fersenbein.

Eine Eigenthümlichkeit des Beckens der Vögel ist, dass es, mit Ausnahme des afrikanischen Strausses, unten offen bleibt. Die Hüftbeine verbinden sich sehr eng mit den letzten Rückenwirbeln und dem Kreuzbein; Sitzbein und Schaambein sind nicht beträchtlich, namentlich letzteres ein schmaler, länglicher Knochen, der, nach-

dem er mit dem Unterrande des Sitzbeins parallel gelaufen und sich mit diesem vereinigt hat, es nach hinten überragt.

Die Fusswurzelknochen fehlen den Vögeln, dagegen ist ein Mittelfussknochen (Lauf, *tarsus*) sehr entwickelt, an welchem, nach innen und unten, häufig, wenn eine vierte Zehe vorhanden, ein dieselbe tragender kleinerer Mittelhandknochen befestigt ist. Die Kniescheibe, die auch schon bei einigen Amphibien vorkommt, findet sich bei den Vögeln fast allgemein. Ihr entspricht nicht selten an den vorderen Extremitäten die *patella brachialis*.

Die Säugethiere haben ein vollständiges Becken, mit Ausnahme der Cetaceen, wo es bis auf einen oder zwei kleine, mit dem Kreuzbein nicht verbundene, sondern ganz im Fleische liegende Knochen verkümmert. Die Verbindung mit dem Kreuzbein geschieht in der Regel nur durch das Hüftbein. Ausnahmsweise, z. B. beim Vampir, dem Maulwurf, ist das Becken vorn nicht geschlossen. In Bezug auf die Weite bilden die Faulthiere nach der einen, der Maulwurf, mit sehr engem Becken, nach der andern Seite das Extrem. Ganz eigenthümlich sind die, beiden Geschlechtern gemeinsamen sogenannten Beutelknochen der Monotremen und Beutelthiere, welche auf dem vorderen Schaambeinrande sitzen.

Die hinteren Gliedmassen der Säugethiere sind im Allgemeinen, was die Entwickelung und verhältnissmässige Länge der einzelnen Partieen anbetrifft, den vorderen sehr ähnlich. Bei den Springern (Känguruh, *Dipus*, *Pedetes*) sind die Mittelfussknochen in ähnlicher Weise verlängert und verschmolzen, wie bei den Wiederkäuern und Pferden.

Der Kopf.

Die allgemeinsten Veränderungen, welche die Kopfknochen bei den Wirbelthieren erleiden, dürften ungefähr folgende sein.

Der Zusammenhang des Schädels mit der Wirbelsäule ist ein sehr verschiedener. Bei den Fischen, deren Schädelkapsel eine unmittelbare Fortsetzung des Rückenmarkrohres ist, findet natürlich keine weitere Articulation statt. Ganz wirbelartig ist die Verbindung bei den Knochenfischen, wo der Körper des Hinterhauptbeins eine conische Vertiefung besitzt, wie die vordere des ersten Wirbels.

Alle übrigen Wirbelthiere zerfallen in solche mit einem einfachen und in solche mit einem doppelten Gelenkkopf (*condylus occipitalis*). Zwei Gelenkköpfe haben die Säugethiere und nackten Amphibien, einen Gelenkkopf haben die Vögel und beschuppten Amphibien. Das Hinterhauptbein zerfällt sehr allgemein in vier Theile: das *os occipitale basilare*, die *ossa occipitalia lateralia* und das *o. o. superius*. Ist ein einfacher Gelenkkopf vorhanden, so nehmen an seiner Bildung die Seitentheile und das Grundstück Theil, wodurch er oft, z. B. bei den Cheloniern, dreilappig wird. Nur ausnahmsweise, beim Chamäleon, wird er allein von den Seitentheilen gebildet, die bei den Batrachiern, denen die beiden unpaarigen Occipitalstücke gewöhnlich ganz fehlen, jedes in einem Gelenkkopf endigen. Bei den Knochenfischen, dem Chamäleon und den Cheloniern findet sich über jedem *occip. laterale* noch ein *occipitale externum*.

An das *occipitale basilare* schliesst sich nach vorn immer das Keilbein, *os sphenoideum*, mit seinen sehr variirenden Flügelfortsätzen an, das bei den Vögeln und Amphibien ungetheilt ist, dann aber in der Regel statt

des vorderen Stückes einen Stiel besitzt. Das vordere Keilbein der Fische (hier *sphenoid. superius* genannt) erstreckt sich mit seinem Stiel über das hintere, und dieses wird so von den stark entwickelten *ossa petrosa* überlagert, dass es von der eigentlichen Begränzung der Schädelhöhle ganz ausgeschlossen ist.

Die Schliessung der Schädelhöhle von oben geschieht von hinten nach vorn durch das obere Hinterhauptbein, die Scheitelbeine und Stirnbeine.

Nur selten werden die Scheitelbeine, *ossa parietalia*, dadurch, dass sich Stirnbeine und Hinterhauptschuppe berühren, von einander gedrängt, wie bei den Cetaceen. Das Scheitelbein kann auch unpaarig werden, wie bei den Schlangen und Krokodilen. Zu den Scheitelbeinen gehört das Zwischenscheitelbein, *os interparietale*, was sich als Schaltknochen namentlich bei Nagern und Wiederkäuern zwischen die Hinterhauptsschuppe und die Scheitelbeine einschiebt.

Einer der veränderlichsten Knochen in Bezug auf die Zahl der Stücke, aus denen er besteht, ist das Stirnbein, *os frontale*. Schon bei den Säugethieren besteht es aus zwei Hälften, die nur in wenigen Fällen, am vollkommensten bei den Affen, wie bei dem Menschen, zu einer Knochenplatte verschmelzen. Auch das Stirnbein der Vögel ist paarig. Bei den Amphibien aber und Knochenfischen sondert es sich in vier, fünf oder sechs einzelne Knochen.

Die Batrachier besitzen nämlich mit wenigen Ausnahmen (Proteiden) ausser den bei den ungeschwänzten Batrachiern mit den Scheitelbeinen verwachsenen Hauptstirnbeinen, *ossa frontalia principalia*, noch zwei *ossa frontalia anteriora*, wozu bei den Eidechsen und Krokodilen, die nur ein *frontale principale* haben, und bei den Schlangen, Cheloniern und Fischen zwei *frontalia posteriora* kommen. Die *ossa frontalia anteriora* werden ge-

wöhnlich durch die *ossa nasalia* getrennt, sie stossen jedoch bei den Cheloniern, denen die Nasenbeine nach der gewöhnlichen Ansicht fehlen, in der Mitte zusammen.

Zur Bildung des Augenhöhlenrandes tragen häufig accessorische *ossa supratemporalia* und *infraorbitalia* bei. Am häufigsten und beständigsten sind die *ossa infraorbitalia* bei den Fischen, wo sie eine vom *frontale anterius* unter dem Auge bis zum *frontale posterius* verlaufende Reihe bilden, und, wie die sogenannten *ossa nasalia* und die an die *infraorbitalia* nach hinten sich anschliessenden *supratemporalia*, von Kanälen durchbohrt werden, in welchen der den Kopf schlüpfrig machende Schleim enthalten ist.

Das Thränenbein, *os lacrymale*, ist bei den meisten Säugethieren vorhanden und fehlt nur bei den Robben und dem Wallross; bei *Manis* ist es sehr innig mit dem Oberkiefer, bei den Delphinen mit dem Jochbein verwachsen. Das Thränenbein der Vögel (vorderes Stirnbein Köstl.) ist in der Regel ein beträchtlicher, die Augenhöhle von vorn und oben begränzender Knochen, der hier die bei den Säugethieren constante Verbindung mit dem Oberkiefer und meist auch mit dem Jochbein aufgegeben hat. Unter den Amphibien findet sich das Thränenbein nur bei den Sauriern und Krokodilen, bei letzteren besonders entwickelt, mit einer ansehnlichen Gesichtsfläche. Die Fische haben keinen Knochen, der als Thränenbein angesprochen werden könnte.

Eine dem Geruchsorgan angehörige Gruppe bilden das Siebbein, die Nasenbeine und das Pflugscharbein.

Das Siebbein, *os ethmoideum*, der Säugethiere bildet durch die gewöhnlich mehr als beim Menschen entwickelte Siebplatte den vorderen Schluss der Schädelhöhle. Mit Ausnahme der Affen und einiger Gürtelthiere (*Cachicames* Cuv.) fehlt die Orbitalplatte des Siebbeins,

das sogenannte *os planum* oder die *lamina papyracea*. Das Siebbein der Vögel besteht aus einer grossen unpaarigen Knochenplatte, welche namentlich zur Bildung der Augenhöhlenscheidewand beiträgt und häufig an der Schädeldecke zum Vorschein kommt. Unbedeutender sind die von dem vorderen Rande der Mittelplatte ausgehenden Seitentheile des Riechbeins. Den beschuppten Amphibien fehlt das Siebbein, bei den nackten Amphibien betrachtet man gewöhnlich das *os en ceinture* Cuv., einen kurzen, hohlen, den vorderen Theil der Hirnkapsel bildenden Cylinder, als Siebbein. Von oben wird das *os en ceinture* mehr oder weniger von den Scheitel-Stirnbeinen verdeckt; das Siebbein der Fische ist ein unpaariger auf dem vorderen Ende des Keilbeins und dem vorderen Ende des Vomers sich befestigender Knochen, der nicht mehr, wie bei den Vögeln, die Orbitalscheidewand, sondern die Scheidewand der Nasenhöhle bildet.

Die Nasenbeine, *ossa nasalia*, der Säugethiere bieten viele Veränderungen dar. Sie nehmen bei den Affen an Länge zu und sind lang bei den meisten Ordnungen. Sehr klein und verkümmert sind sie bei den Cetaceen, mit denen die Fleischfresser durch die schwimmenden Fleischfresser verbunden werden. Sie bedecken die Nasenhöhle von oben oder von vorn. Auch bei den Vögeln wird die Nasenhöhle hauptsächlich von den Nasenbeinen bedeckt; ein wesentlicher Unterschied liegt aber in der theilweisen, selten völligen Trennung der Nasenbeine durch den mittleren, aufsteigenden Ast des Zwischenkiefers. Die meisten nackten und beschuppten Amphibien besitzen zwei Nasenbeine.

Das Pflugscharbein, *vomer*, der Säugethiere ist einfach; es erreicht bei den ächten Cetaceen eine ausnehmende Grösse. Auch bei den Vögeln ist dieser Knochen einfach, doch tritt hier an seinen breiteren Enden eine Spaltung ein, die bei *Rhea Novae Hollandiae* fast

vollständig ist. Bei den meisten Amphibien zerfällt der Vomer wirklich in zwei seitliche Hälften; nur bei den Cheloniern ist er unpaar; den Krokodilen fehlt er ganz. Der Vomer der Fische ist eine horizontale Platte und dient hier, wie noch bei den nackten Amphibien, nicht mehr als senkrechte Scheidewand, obschon er der innigen Verbindung mit dem Keilbein, Oberkiefer und Gaumenbogen getreu geblieben ist.

Um die Veränderungen, welche die Knochen der Schläfengruppe sammt dem Jochbein, *os jugale*, erleiden, und namentlich ihre Beziehungen zu den Kiefern zu verfolgen, erscheint es auch am zweckmässigsten, vom Menschen und von den Säugethieren auszugehen. Von den zum Schläfenbein gehörigen Knochen, der Schuppe, dem *os tympanicum*, *petrosum* und *mastoideum*, ist der letztere bei den Säugethieren nicht constant, wenig entwickelt und mit dem Felsenbeine verschmolzen. Er kann ganz fehlen, wie bei den ächten Cetaceen und den Monotremen. Es sind mit ihm nicht die starken *processus paramastoidei* oder *jugulares* (z. B. beim Schwein) zu verwechseln, welche dem Hinterhauptsbeine angehören. Durch eine Auftreibung des Trommelknochens, an der mitunter auch das Felsenbein Theil nimmt, entsteht die vorzüglich bei Nagern und reissenden Thieren sehr beträchtliche Knochenblase, die *bulla ossea*.

Bei den Vögeln kann man von diesen Knochen am leichtesten die Schuppe und das, mit den benachbarten Knochen das Labyrinth enthaltende Felsenbein (hinterer Schläfenflügel Köstl.) unterscheiden. Nun ist aber der Unterkiefer nicht mehr, wie beim Menschen und den Säugethieren an der Schläfenschuppe selbst eingelenkt, sondern diese Verbindung ist durch einen zwischen Schuppe und Unterkiefer getretenen Knochen, das Quadratbein, *os quadratum*, vermittelt, das entweder als *os tympanicum*, oder als losgelöster Gelenktheil der Schuppe

zu betrachten ist. Auch das Verhältniss der Schuppe zum Oberkiefer ist ein anderes geworden. Bei den Säugethieren nämlich ist die Verbindung des Oberkiefers mit dem Jochfortsatz der Schläfenschuppe durch das Jochbein sehr constant, und nur einige Edentaten, deren Jochbein nicht bis zum Schläfenbeine reicht und einige Andere (*Centetes*, *Manis*, *Sorex*), die gar kein Jochbein haben, machen eine Ausnahme. Die Verbindung des Jochbeins mit dem Jochfortsatze des Stirnbeins, wie sie, ausser beim Menschen, auch bei den Affen, den Ein- und Zweihufern u. a. vorkommt, ist wenig wichtig. Bei den Vögeln ist nun zwischen das lange dünne Jochbein und das Quadratbein ein neuer, dem Jochfortsatze der Schuppe der Säugethiere zu vergleichender Knochen eingeschoben, das Quadratjochbein, *os quadrato-jugale*. Durch das Quadratbein und das ihm eingelenkte Quadratjochbein ist auch der ganze Oberkieferapparat beweglich geworden und kann sich heben und senken.

Das Quadratjochbein wird in den folgenden Klassen dadurch von besonderer Wichtigkeit, dass es allmälig dazu übergeht, den Unterkiefer zu tragen.

Die Verbindung der beiden Theile des Jochbogens (*os jugale* und *quadrato-jugale*) unter einander, des Jochbeins mit dem Oberkiefer und des Quadratjochbeins mit dem Quadratbein wird noch einmal bei den Krokodilen und Cheloniern eine sehr feste. Bei den Krokodilen legt sich das Quadratjochbein an die ganze äussere vordere Kante des Quadratbeins, und dieselbe Lage hat es bei den Seeschildkröten; dagegen ist es bei den Landschildkröten an den oberen, vorderen Theil des Quadratbeins gerückt.

Bei den Eidechsen tritt eine Verkümmerung des Jochbogens ein. Nur einzelne, wie *Stellio*, haben Jochbein und Quadratjochbein vollständig; dann löst sich das Jochbein vom Quadratjochbein los, bei *Monitor*, und der

Uebergang zu den Schlangen ist vollendet durch *Gecko*, wo beide, den Schlangen gänzlich mangelnde Knochen sehr rudimentär sind oder auch fehlen.

Die bei Krokodilen und Cheloniern hinter und über dem Quadratbein gelegene, mit den benachbarten Knochen fest verbundene Schläfenschuppe nimmt bei den Schlangen eine längliche Gestalt an und ist beweglich am Scheitelbein und seitlichen Hinterhauptsbein befestigt. Sie verschwindet bei den Engmäulern und ist auch bei den meisten Sauriern rudimentär. Auch den nackten Amphibien fehlt die *squama* und das Quadratbein ist an dem seitlich hervortretenden *os petrosum* aufgehängt. Das Jochbein haben die nackten Amphibien nicht, und die Verbindung des Oberkiefers mit dem Quadratbein wird jetzt hergestellt durch einen vom unteren Ende des Quadratbeins ausgehenden Knochen, dieser ist das Quadratjochbein, welches zugleich die Gelenkfläche für den Unterkiefer darbietet. Somit sind wir bei den Fischen angelangt.

Bei den meisten Knochenfischen wird derjenige Knochen, der, wie bei den Schildkröten und Krokodilen, mit seinem vorderen Ende an das hintere Ende des *frontale posterius* und dessen innerer Rand an das *parietale* stösst, und den man wohl am passendsten als Schläfenschuppe (*mastoidien* Cuv.) betrachtet, mit dem Unterkiefer durch eine Reihe von Knochen verbunden, deren Zahl im Maximum fünf beträgt. Von Cuvier sind diese Knochen so benannt: der obere, an das *mastoideum* stossende heisst *temporale*, der mit der Gelenkfläche für den Unterkiefer versehene *jugale*, zwischen beiden liegen nach vorn das flache *tympanicum*; nach hinten das kleinere stabförmige *symplecticum*; endlich gehört das längliche *praeoperculum* dazu. Wie das *symplecticum* scheint auch das *tympanicum* ein blosses Schaltstück zu sein; beide Stücke kommen bei den Welsen gar nicht vor, und

auch bei anderen Knochenfischen, z. B. den Muränoiden (*Muraenophis helena*) ist eine bedeutende Reduction eingetreten. Hält man das *mastoideum* Cuv. für die Schläfenschuppe, so ist der mit ihr verbundene Knochen (*temporal* Cuv.) das Quadratbein, der mit dem Unterkiefer articulirende aber das Quadratjochbein. Setzen wir ferner das Quadratbein der Vögel, Amphibien und Fische nicht gleich dem *tympanicum* der Säugethiere, sondern betrachten es nur als abgelöstes Gelenkstück des Schläfenbeins, so scheint das *tympanicum* wieder in dem *praeoperculum* der Fische aufzutreten.

Bei den Stören und Spatularien unterscheidet man noch drei Stücke im Suspensorium des Unterkiefers; bei den Plagiostomen ist nur ein einziges Knorpelstück vorhanden, und dieser Stiel ist bei den Chimären ein blosser Fortsatz der Schädelkapsel.

Zu den oberen Kieferknochen rechnen wir den Zwischenkiefer (*os intermaxillare*), Oberkiefer (*os supramaxillare*), das Gaumenbein (*palatinum*) und Flügelbein (*pterygoideum*).

Der auch beim Menschen vorhandene, aber frühzeitig mit dem Oberkiefer verschmelzende Zwischenkiefer bildet gewöhnlich das vordere und obere Schnauzenende; er ist paarig bei den Säugethieren, Krokodilen, Cheloniern (mit Ausnahme von *Chelys*), nackten Amphibien und Fischen, einfach bei den Vögeln, wo er den grössten Theil des Schnabels bildet, bei den Ophidiern und Sauriern (mit Ausnahme der Scincoiden). Bei den Säugethieren trägt der Zwischenkiefer immer die Schneidezähne und ist daher mit diesen z. B. beim Dugong, dem Elephanten sehr entwickelt, jedoch oft auch da, wo die Schneidezähne fehlen, bei den Wiederkäuern, ganz ansehnlich. Seine Verbindung mit dem Oberkiefer ist bei den Fischen eine sehr lose, und nur bei den Plectognathen sind beide Knochen verwachsen.

Mit Ausnahme der Vögel und der meisten Fische, deren Zwischenkiefer an Ausdehnung den Oberkiefer übertrifft, ist dieser in der Regel der Hauptknochen der Oberkiefergruppe. Er besteht aus zwei Seitenschenkeln. Er tritt namentlich bei den Schlangen bedeutend gegen den Zwischenkiefer hervor, kann aber auch ganz verschwinden, wie wir an vielen Welsen und Aalen sehen.

Von der innerhalb der Oberkieferregion wiederum näher zusammengehörigen Gruppe der Gaumen- und Flügelbeine (Gaumenbogen) ist das Gaumenbein das vordere, das Flügelbein das hintere Glied.

Bei den meisten Säugethieren wird das Gaumenbein weit mehr äusserlich sichtbar, als beim Menschen, in dem Maasse, als das Flügelbein sich von dem Oberkiefer entfernt; und je grösser diese Entfernung ist, desto niedriger pflegen beide Knochen zu werden. In Bezug auf die Höhe der Knochen schliessen sich daher an den Menschen der Elephant, das Känguruh, die pflanzenfressenden Cetaceen an. Bei dem Menschen ist das Flügelbein (als *ala pterygoidea interna*) sehr eng mit dem Flügelfortsatz des Keilbeins verbunden und hat überhaupt eine sehr geringe Ausdehnung. Ein ähnliches Verhalten zwischen beiden Theilen findet bei den Affen und Halbaffen statt. Auch bei den Pachydermen tritt das Flügelbein gegen den Flügelfortsatz zurück; bei den Wiederkäuern, zu welchen das Pferd führt, halten sich Flügelbein und Flügelfortsatz schon die Wage und in der Ordnung der Nager (z. B. bei *Castor*, *Hystrix*) nimmt der Flügelfortsatz im Gegensatz zum Flügelbein mehr und mehr ab, bis er bei den Beutlern ganz rudimentär wird oder verschwindet. So ist es auch bei den meisten Fleischfressern. Die Edentaten und Monotremen haben keine Spur von Flügelfortsätzen.

Bei den Vögeln ist die Verbindung des Gaumen-

und Flügelbeins mit der Schädelaxe eine viel losere geworden, als bei den Säugethieren; beide liegen nur mit einem Ende, das Gaumenbein mit dem hinteren, das Flügelbein mit dem vorderen, an dem Keilbein an. Nach vorn stellt das Gaumenbein, wie bei den Säugethieren, die Verbindung mit dem Oberkiefer her, das Flügelbein aber, stielförmig, cylindrisch oder zusammengedrückt, geht nach hinten und aussen zum Quadratbein, mit dem es articulirt.

Unter den Amphibien werden wir hinsichtlich der Verbindung der Gaumen- und Flügelbeine mit der Schädelaxe durch die Krokodile und Schildkröten wieder an die Säugethiere erinnert, wogegen bei den Sauriern, Schlangen und nackten Amphibien die Befestigung an Keilbein und Pflugscharbein sehr gering wird oder wegfällt, und daher die Hauptbestimmung des Gaumenbogens die Verbindung des Oberkiefers mit dem Suspensorium des Unterkiefers ist, wenngleich da, wo das Gaumenbein verloren geht (bei den meisten geschwänzten Batrachiern) der Gaumenbogen den Oberkiefer gar nicht erreicht. Bei den Sauriern und Schlangen und Krokodilen tritt, mit wenigen Ausnahmen, ausser dass das Gaumenbein zum Oberkiefer geht, noch ein Zwischenglied zwischen Oberkiefer und Flügelbein auf, das *os transversum s. pterygoideum externum*; bei einigen Schildkröten (*Testudo, Trionyx*) berührt das Flügelbein selbst das hintere Ende des Oberkiefers. Ein anderer hierher gehöriger, den meisten Sauriern zukommender Knochen ist die *columella*, welche das Flügelbein mit dem Scheitelbein verbindet.

Bei den ächten Schlangen, denen Jochbein und Quadratjochbein fehlen, ist der Gaumenbogen die einzige sehr bewegliche und verschiebbare Brücke zwischen Oberkiefer und dem Suspensorium des Unterkiefers geworden.

Der Gaumenapparat der Fische besteht sehr allgemein aus drei Stücken; das oberste und vorderste mit

dem *ethmoideum*, gewöhnlich auch mit dem Oberkiefer und dem vorderen Stirnbein verbundene ist das Gaumenbein. Das Flügelbein ist in zwei Theile zerfallen, in einen vorderen (*transversum* Cuv.) und einen inneren (*transversum* Köstl.). Das vordere verbindet sich mit dem *quadrato-jugale*, das innere mit dem *tympanicum* Cuv., welches letztere selbst als ein Demembrement des Flügelbeins, als *pterygoideum posterius* betrachtet werden kann.

Der Unterkiefer zeigt die grössten Verschiedenheiten hinsichtlich der Anzahl der Stücke, aus denen seine beiden Seitenhälften zusammengesetzt sind, abgesehen von den Veränderungen der Form, welche er innerhalb der Klassen annimmt. Bei den Säugethieren sind die Hälften einfach, verschmelzen jedoch, wie beim Menschen, bei den Affen, Fledermäusen, Pferden und Pachydermen zu einem Stücke, während sie bei den übrigen durch Faserknorpel fest verbunden sind.

Bei den Vögeln besteht der Unterkiefer aus 11 Stücken, einem unpaaren (*os dentale*) und 5 paarigen, die den gleich zu nennenden Theilen bei den Amphibien entsprechen, jedoch sehr früh unter einander und mit dem Zahnstück verwachsen.

Die bei den meisten beschuppten Amphibien den Unterkiefer zusammensetzenden Stücke sind 1) das Zahnstück, *os dentale*, trägt Zähne, mit Ausnahme der Chelonier, bei denen es auch (*Chelys* ausgenommen) unpaar ist; 2) das Gelenkstück, *os articulare*, bildet allein oder mit den zwei folgenden die Gelenkfläche für das Quadratbein; 3) das hintere Ausfüllungsstück, *os angulare*, bildet den unteren Winkel; 4) das äussere Ausfüllungsstück, *os supra-angulare*, liegt über dem *angulare*, aussen auf dem hinteren Theile des Unterkiefers; 5) das innere Ausfüllungsstück, *os operculare*, trägt zur Bildung der inneren Wand des Unterkiefers bei; 6) das Kro-

nenstück, *os complementare,* ist unbedeutend bei den Krokodilen, ansehnlicher bei den Sauriern und Cheloniern. Von diesen Knochen fehlen den Schlangen, namentlich den giftigen, mehrere; bei den *Eurystomi* sind die Kieferäste nur durch Band mit einander vereinigt. Bei den nackten Amphibien tritt eine noch grössere Reduction der Knochenstücke ein, die zum Theil, wie das *articulare*, knorpelig bleiben.

Bei den Knochenfischen finden sich nur selten (*Lepidosteus*, *Osteoglossum*) die aufgezählten sechs Stücke, meist sind nur drei, nämlich das *os dentale*, *articulare* und *angulare*, weniger häufig auch das *operculare* vorhanden.

Um die diesem Paragraphen angehängte Tabelle über verschiedene Benennungen der Kopfknochen der Fische bei verschiedenen Autoren recht zu verstehen und auf die entsprechenden Theile bei den Amphibien und Vögeln beziehen zu können, müssen wir noch auf einige Abweichungen in dem Vorkommen der aufsteigenden Keilbeinflügel aufmerksam machen. Bei den Säugethieren gehören allgemein dem hinteren Keilbeinkörper die *alae magnae s. temporales* an, dem vorderen Keilbeinkörper die *alae parvae s. orbitales.* Bei den Monotremen aber findet sich hinter der eigentlichen *ala magna* noch ein zweiter ähnlicher Knochen, der deshalb (von Köstlin) als hinterer Schläflügel gedeutet worden ist. Darauf gestützt kann man allerdings (mit Köstlin) auch den übrigen Klassen einen hinteren Schläfenflügel zuschreiben, wodurch man aber genöthigt ist, anzunehmen, dass in diesen Fällen, mit Ausnahme einiger Fische, das Felsenbein fehlt. Von den zwei vor den *ossa occipitalia lateralia* an der Seite der Schädelaxe liegenden Knochenpaaren der Vögel wird nämlich das hintere gewöhnlich (bei Cuvier, Meckel, Wagner, Hallmann, Stannius u. A.) als Felsenbein betrachtet; von Köstlin aber ist das Felsenbein der

Vögel, namentlich aus dem Grunde, weil nicht in ihm allein die Theile des inneren Ohres liegen, und weil auch die Analogie mit den Monotremen dafür zu sprechen scheint, als hinterer Schläfenflügel gedeutet. Die *alae orbitales* fehlen den Vögeln gewöhnlich ganz oder sind nur knorpelig, selten ossificirt; nie hängen sie mit dem vorderen Theile des Keilbeins, dem sogenannten Keilbeinschnabel zusammen. Bei den Amphibien tritt dasselbe Verhältniss ein. Spricht man den Vögeln das Felsenbein ab, so muss man auch bei den Amphibien den nach Cuvier's Vorgange sehr allgemein Felsenbein benannten Knochen als hinteren Schläfenflügel bezeichnen, so also z. B. bei den Batrachiern den starken vorstehenden Knochen, welcher das Suspensorium des Unterkiefers trägt. Wirkliche knöcherne *alae magnae* (vordere Schläfenflügel Köstlin; *alae parvae* Meckel, welcher die *petrosa* als *alae magnae* nimmt) besitzen nur die Krocodile; rudimentär sind sie bei den Schildkröten vorhanden, oder es finden sich statt ihrer theilweise ossificirte Membranen, wie bei den Sauriern, oder sie sind knorpelig, wie bei den Fröschen. Die Schlangen haben keine Spur davon. Ganz allgemein fehlen den nackten und beschuppten Amphibien die Orbitalflügel.

In der Tabelle sind diejenigen Knochen weggelassen, über deren Deutung wenige oder unbedeutende Differenzen statt finden.

	Verschiedene Benennungen	
Cuvier.	Meckel.	Wagner.
occipitale externum	seitliches oberes Hinterhauptsbein	seitliches oberes Hinterhauptsbein
ala magna	Felsenbein	Felsenbein
ala parva	grosser (hinterer) Keilbeinflügel.	grosser Flügel
sphenoideum anterius	vorderer Keilbeinflügel.	kleiner Flügel
petrosum *)		
frontale posterius	Schlafbeinschuppe	Schlafbeinschuppe
mastoideum	Zitzenstück des Schlafbeins	Zitzenbein
temporale		oberes Gelenkbein
tympanicum	Quadratbein, Gelenktheil des Schlafbeins (temporale, tympanicum, symplecticum, iugale)	scheibenförmiges Stück
symplecticum		griffelförmiges Stück
iugale		unteres Gelenkbein
pterygoideum	unterer Flügel	untere Flügel (pterygoideum, transversum)
transversum		
palatinum.	Gaumenbein	Gaumenbein
frontale anterius	seitliches Riechbein	seitliches Riechbein

*) Dieser Knochen ist am meisten entwickelt bei den Gadoiden.

von Knochen des Fischkopfes.

Hallmann.	Köstlin.	Müller.
os occipitale extern. seu mastoideum	occipitale externum	
petrosum	hinterer Schläfenflügel	
ala magna	vorderer Schläfenflügel	
ala parva *) und sphenoideum superius**)	Orbitalflügel *) und Demembrament des Keilbeins	
os innominatum	Zitzenbein	
frontale posterius	frontale posticum	
squama temporalis	Schläfenschuppe	mastoideum
quadratum seu tympanicum	Gelenktheil des Schläfenbeins, Quadratbeingruppe.	o. temporale
pterygoideum posterius		Schaltstück
symplecticum		Schaltstück
quadrato-iugale, quadratro-maxillare		quadrato-iugale
pterygoideum internum	transversum	pterygoideum internum
pterygoideum externum s. anterius	Flügelbein	pterygoideum externum
palatinum	Gaumenbein	palatinum
frontale anterius	front. anticum	

*) Bei den Welsen, Aalen, Mormyrus, Erythrinus, Polypterus, den Cyprinoiden, *Clupea* L., *Salmo* Cuv.

**) Bei den Acantopterygiern (mit Ausnahme der Gobioiden u. a.), Hechten (mit Ausnahme von Mormyrus), *Clupea* L. *Salmo* Cuv. u. a.

Das Zungenbein und der Kiemenapparat.

Das Zungenbein, *os hyoideum*, der Säugethiere besteht aus dem Körper und zwei Paar Hörnern. Ersterer ist sehr verschieden gestaltet. Eine der abweichendsten Formen hat *Mycetes*, wo er zur Aufnahme eines vom Kehlkopf ausgehenden Sackes ausgehöhlt ist. Die vorderen, den Körper an die *pars petrosa* des Schläfenbeins heftenden Hörner haben zwei bis drei Segmente, deren letztes als *processus hyoideus* mitunter (Mensch, Orang) mit dem Schädel verwächst. Die hinteren, auch zuweilen (bei Nagern, Cetaceen, Edentaten) fehlenden Hörner sind gewöhnlich einfach und stehen mit den obern Hörnern des Schildknorpels in Verbindung.

Das Zungenbein der Vögel ist nach einem sich ziemlich gleichbleibenden Typus gebaut. An den einfachen länglichen Zungenbeinkörper schliessen sich vorn gewöhnlich die paarigen, mehr oder minder mit einander verschmolzenen *ossa entoglossa* an (als deren Ueberbleibsel bei den Säugethieren die sogenannte *lytta* anzusehen). Nach hinten verlängert sich der Körper in den Stiel. Die beiden aus zwei bis drei Segmenten bestehenden Hörner werden bei einigen Vögeln auffallend lang, indem sie sich über den Schädel herum bis zu den Nasenbeinen und Oberkiefer biegen (Specht, Wendehals, Kolibri).

Die beschuppten Amphibien bieten hinsichtlich der Form und Ausdehnung des Zungenbeinkörpers und der Anzahl der Hörner sehr viele Verschiedenheiten dar. Bei den Schlangen, deren Zunge in einer Scheide liegt, finden sich nur Spuren des Zungenbeins als zwei zur Seite der Scheide liegende und sich vorn vereinigende Knorpelstreifen. Die Saurier und Schildkröten haben meist mehrere, die Krocodile nur ein Paar Hörner.

Die nackten Amphibien schliessen sich eines Theils, wenn sie Luft athmen, in der Zusammensetzung des

Zungenbeins an die bisher betrachteten Formen an, andern Theils, als Wasser athmende Larven und Perennibranchiaten, wo mit dem Zungenbein der Kiemenbogenapparat verbunden ist, zeigen sie grosse Aehnlichkeit mit den Fischen.

Der Axentheil des Zungenbeins der Perennibranchiaten, mit Anschluss der Larven der später Luft athmenden Batrachier, besteht gewöhnlich aus mehreren hinter einander gelegenen Stücken, deren eines (die *copula*, Zungenbeinkörper) die mit dem *os petrosum* verbundenen Zungenbeinbogen vereinigt. Auf zwei jederseits von der hinteren Verlängerung der *copula* abgehenden, den Zungenbeinbogen parallelen Knochen sitzen die drei oder vier Kiemenbogen (*arcus branchiales*).

Das Zungenbein und der Kiemenbogenapparat der höheren Knorpelfische und der Knochenfische zeigt im Allgemeinen folgende Zusammensetzung: Das vorderste Stück der Axe ist das die Zunge stützende *os linguale* (Knochenfische), auf welches die *copula* folgt; diese verbindet die beiden gewöhnlich aus mehreren Segmenten bestehenden Zungenbeinbogen. Die Zungenbeinbogen tragen mehrere Strahlen, *radii branchiostegi*, zwischen denen eine zur Schliessung der Kiemenhöhle beitragende Haut, *membrana branchiostega*, ausgespannt ist. Von der Vereinigungsstelle der Bogen erstreckt sich bei den meisten Knochenfischen nach hinten und unten der ansehnliche Zungenbeinkeil. In einer Reihe mit *os linguale* und *copula* folgen nach hinten mehrere unpaare Stücke, die Träger der vier eigentlichen Kiemenbogen und des fünften, welcher fast nie (*Lepidosiren*) Kiemenblättchen trägt, sondern, gewöhnlich mit Zähnen bewaffnet, unterer Schlundknochen (*os pharyngeum inferius*) genannt wird. Die Seitenschenkel jedes Kiemenbogens bestehen aus zwei bis vier Stücken, von denen die oberen, die sich häufig durch ihre starke Be-

waffnung oder durch abweichende Form (*Labyrinthici*) auszeichnen, obere Schlundknochen (*ossa pharyngea superiora*) genannt werden.

Zum Kiemenapparat gehört auch der Kiemendeckel, der bei Sturionen und Knochenfischen aus drei Stücken besteht, dem *operculum*, *suboperculum* und *interoperculum*. Das *operculum*, der grösste Knochen, ist durch eine Gelenkpfanne mit dem Gelenkkopf der Schläfenbeinschuppe verbunden; nach hinten und unten vom *operculum* liegt das *suboperculum* und zwischen diesem und dem (zum Suspensorium des Unterkiefers gehörigen) *praeoperculum* das *interoperculum*.

Bei den Plagistomen und Cyclostomen sind die Kiemen nicht mit ihrem Aussenrande frei, das Wasser läuft nicht durch eine grosse Kiemenspalte ab, sondern es tritt durch eigne unbedeckte Kiemenlöcher aus. Bei den Plagiostomen werden nur die Ränder der Kiemenlöcher durch Knorpelstreifen gestützt, welche jedoch weder unter einander, noch mit der Wirbelsäule in Verbindung stehen. Bei *Ammocoetes* und *Petromyzon* ist dagegen ein sehr zusammengesetztes knorpeliges Gerüst (Kiemenkorb, Brustkorb) vorhanden, das am Schädel und an der Wirbelsäule befestigt ist.

Die Vergleichung des Schädels mit der Wirbelsäule.

Bei den Cyclostomen wird der hinterste Theil der *basis cranii* durch einen aus der äusseren Scheide der *chorda dorsalis* entstehenden Knorpelknochen gebildet, in welchen sich die Spitze der *chorda dorsalis* hinein erstreckt, und der seitlich ein Paar blasige Auftreibungen, die Gehörkapseln trägt. Zwei vordere divergirende Fortsätze hängen mit den Gesichtsknorpeln *) zusammen.

---

*) Wir haben oben des Kopfes der Knorpelfische nur vorübergehend Erwähnung gethan. Ueber das Gaumengerüst und die Nasenknorpel der Cyclostomen, die verschiedenen Mundknorpel und Schnau-

Ueber diesem *os basilare*, mit ihm fest verwachsen und zwischen den Gehörblasen und den Fortsäzen liegt die knorpelhäutige (*Ammocoetes*, *Myxine*) oder mehr (*Petromyzon*) oder minder (*Bdellostoma*) verknorpelte Gehirnkapsel, eine unmittelbare Fortsetzung des Rückenmarksrohres, an welche sich nach vorn die Nasenkapsel anschliesst. Die knorpelige Hirnkapsel der Störe wird von oben durch Hautknochen verdeckt. Die Schädelbasis selbst ist nicht verknöchert, unter ihr aber befindet sich eine längere, bis unter die Schnauze sich fortsetzende Knochenplatte. Die *chorda* reicht noch bis in die Schädelbasis (auch bei *Lepidosiren*); die Verbindung des Schädels mit der Wirbelsäule ist also dieselbe wie bei den Cyclostomen. Bei den Chimären und Plagiostomen fehlt zwar die Spitze der *chorda dorsalis* im Basilartheile des Schädels, doch stellt dieser noch eine geschlossene, d. h. nicht in einzelne Stücke zerfallene Knorpelkapsel dar, in und an welcher sich keinerlei Ossificationen zeigen. Bei allen Knochenfischen nun und den übrigen Wirbelthieren findet sich ursprünglich eine solche knorpelige Schädelkapsel, die sich zum Gehirn verhält, wie die knorpeligen Umhüllungen zum Rückenmark, und der Gehirnhapsel der Knorpelfische äquivalent ist. Man nennt diese Knorpelkapsel den Primordialschädel. Entständen sämmtliche Schädelknochen nach Art der Wirbel, nämlich aus der knorpeligen Grundlage, so würde man alle diese Knochen mit Wirbelelementen vergleichen können. Allein die Entstehung der Schädelknochen ist eine sehr verschiedene, nur ein Theil von ihnen ist knorpelig präformirt und bildet sich auf Kosten des Primordialschädels. Die Ossification dieser Knorpelknochen geht von der Mitte aus, und daher hat der Knochen während des ganzen Wachsthums eine Knorpelschicht. Eine zweite Categorie

---

zenknochen lese man die Originalarbeiten, namentlich von J. Müller nach. Es sind zum grossen Theil isolirt dastehende Bildungen, die nicht in dem allgemeinen Plane des Skeletes liegen.

von Knochen ist nie knorpelig präformirt, sondern bildet sich aus einer membranösen Grundlage (zellenführendem Bindegewebe). Der Knochen ist daher während des Wachsthums von häutigen Theilen umgeben, und man bemerkt an ihm keinerlei Knorpelränder und Knorpellagen. Indem diese Knochen auf den Wänden des Primordialschädels liegen, welche häufig bei Knochenfischen (namentlich Salmonen, Esocinen u. a.) und Batrachiern unter ihnen perennirend bleiben, heissen sie Deckknochen. Sie sind eben sowohl, wie die Knorpelknochen oder primären Knochen integrirende Theile des Schädels, nur die letzteren aber halten eine Vergleichung mit den aus der Scheide der *chorda dorsalis* und knorpeligen Elementen entstehenden Wirbeln aus.

Das Verhältniss der primären Knochen zu den Deckknochen stellt sich nun in den verschiedenen Klassen nach Kölliker so:

Säugethiere.

Primäre Knochen.	Belegknochen.
pars basilaris und	obere Hälfte der *squama ossis occip.* beim Menschen
partes condyloideae ossis occipitis	*parietalia*
squama ossis occip. beim Pferde, Schweine, der Kuh, Maus u. s. w.	*frontalia*
corpus ossis sphenoidei posterioris	*nasalia*
corpus ossis sphen. anter.	*intermaxillaria*
alae magnae	*maxillaria superiora*
alae parvae	*zygomatica*
ethmoideum	*lacrymalia*
concha inferior	*palatina*
malleus	*pterygoidea* oder *processus pterygoidei*
incus	*squamae ossium temporum*
stapes	*tympanica*
pars petrosa und *mastoidea* des *os petrosum*	*vomer*
os hyoideum.	*maxilla inferior.*

Vögel.

Primäre Knochen.	Belegknochen.
os occipitis	*parietalia*
corpus oss. sphenoidei poster.	*frontalia*
ossa petrosa (hintere Schläfenflügel Köstlin).	*nasalia*
columella	*intermaxillaria*
alae magnae	*lacrymalia*
alae parvae	*maxillaria superiora*
ethmoideum	*zygomatica*
quadratum	*quadrato-iugalia*
os articulare des Unterkiefers.	*squamae oss. temporum*
	palatina
	pterygoidea
	das sogenannte *corpus ossis sphenoidei anterioris*
	vomer
	alle Stücke des Unterkiefers mit Ausnahme des *articulare*.

Beschuppte Amphibien.

(Chelonia mydas.)

os occipitis	*ossa nasi (front. anter. Aut.)*
corpus ossis sphenoid. poster.	*frontalia*
alae magnae	*parietalia*
alae parvae	*vomer*
ossa petrosa	*squamae oss. temporum*
o. mastoidea	*quadrato-iugalia*
o. articulare (processus Meckelii)	*maxillaria super.*
quadratum	*intermaxillaria*
columella.	*palatina*
	die Stücke des Unterkiefers (mit Ausnahme des *o. articul.)*
	zygomatica
	frontalia posteriora
	pterygoida?

Nackte Amphibien.
(Frosch und Axolotl.)

Primäre Knochen.		Belegknochen.
occipitalia lateralia		*parietalia*
petrosa		*frontalia*
alae parvae (os en ceinture Cuv. ethmoide Duj.)		*nasalia*
		intermaxillaria
Nasenknöchelchen der Frösche *(cornets Duj.)*		*max. superiora*
		palatina
quadrata		*palat. anteriora* (Pflugscharknochen der Aut.)
columellae		
occipitale basil.	bleiben knorpelig	*pterygoidea*
occip. superius	bleiben knorpelig	*tympanica*
alae magnae	bleiben knorpelig	*sphenoidale basil.*
ethmoideum	bleiben knorpelig	die Stücke der *maxilla inf.*
die Nasengegend	bleiben knorpelig	
der Meckel'sche Knochen	bleiben knorpelig	

Fische.

os occipitis	*parietalia*
petrosa	*frontalia*
alae magnae	*nasalia*
frontalia poster.	*intermaxillaria*
alae parvae	*maxillar. sup.*
front. anter.	*vomer*
ethmoideum	*sphenoidale basilare*
palatinum	die Theile der *maxilla inf.* mit Ausn. der *articul.*
transversum?	*praeoperculum*
pterygoideum	*operculum*
tympanicum?	*suboperculum*
quadratum	*interoperculum.*
symplecticum	
quadrato-iugale	
articulare maxillae inf.	

H. Rathke, Untersuchungen über die Entwickelung den Schildkröten. Braunschweig, 1848.

J. F. Meckel, System der vergleichenden Anatomie. Halle, 1821—33. Zweiter Theil, zweite Abtheilung. Osteologie.

E. Hallmann, Die vergleichende Osteologie des Schläfenbeins. Hannover, 1837.

O. Köstlin, Der Bau des knöchernen Kopfes in den vier Classen der Wirbelthiere. Stuttgart, 1844.

W. Kölliker, Berichte von der zootomischen Anstalt zu Würzburg. 2. Bericht für das Schuljahr 1847—1848. Leipzig, 1849. 6. Abhndlg. Allgemeine Betrachtungen über die Entstehung des knöchernen Schädels der Wirbelthiere.

Drittes Kapitel.

Das Muskelsystem.

Die in den vorigen Abschnitten behandelten harten Theile des äusseren und inneren Skeletes, die man auch Stützorgane oder passive Bewegungsorgane genannt hat, dienen namentlich denjenigen weichen Körpertheilen als Stützen und Haltepunkte, die, auf äussere Reize oder auf Einfluss des Nervensystems sich zusammenziehend, die Bewegungen des Thieres ausführen *). Es sind diess die

---

*) Wir halten es nicht für geeignet, in diesem elementaren Werke auf die noch nicht erledigte Frage einzugehen, in wie weit die sogenannte contractile Substanz, welche zum grössten Theil den Körper vieler Infusorien, Polypen und anderer wirbelloser Thiere zu bilden scheint, als actives Bewegungsorgan, mit der Function der Muskeln zu betrachten sey. Man vergleiche: Ecker, Zur Lehre vom Bau und Leben den contractilen Substanz der niedersten Thiere. Basel, 1848.

Die in diesem Werkchen niedergelegten Beobachtungen beziehen sich namentlich auf die Structur der Hydern *(Hydra viridis)*. Sowohl die äussern als die inneren Körperschichten sollen aus einer gleichförmigen Grundsubstanz bestehen, in der sich Aushöhlungen bilden, die desshalb nicht für Zellen zu halten, weil sie einer eignen Haut entbehren. Je mehr Aushöhlungen, desto poröser der Körper. Diese Substanz nun, nach Dujardin's Vorgang Sarkode genannt, wie die zellenartigen Bläschen Vacnoles, soll an und für sich contractil seyn. „Das contractile Gewebe ist hier durch den ganzen Körper verbreitet, noch nicht in Gebilde fester, bleibender Form, in Filamente oder Bündel gesammelt, ebenso wie wir die sensible Substanz noch nicht in Nerven gesammelt finden, sondern sie als durch den ganzen Körper verbreitet annehmen müssen. Das Eine ist mit dem Andern, wie

Muskeln, die man, mit denselben histologischen Eigenschaften begabt, wie die Wirbelthiere sie zeigen, bis zu den Infusionsthieren hat verfolgen können.

1. Das Muskelsystem der Infusionsthiere.

Ob bei den Infusorien die Bewegung der grösseren

---

uns die Untersuchung aller niedern Thierformen zeigt, immer aufs Innigste verbunden. Dann erst, wenn Nerven sich entwickeln, können auch zerstreute Muskeln zu einem gemeinsamen Zweck in Thätigkeit versetzt werden. Ohne ein verknüpfendes Nervensystem sind Muskeln nicht möglich; die Differenzirung von Muskeln und Nerven aus dem einfachen Gewebe ist daher immer eine gleichzeitige". Auch die Körpersubstanz der Infusorien soll ganz dieselbe seyn. Und ferner heisst es: „Bei den Räderthierchen und Tardigraden ist die contractile Substanz vollkommen homogen, weich, ohne Spur weiterer Organisation, ganz der Sarcode ähnlich, mit welcher sie auch darin übereinstimmt, dass sich bei absterbenden Thieren Vacuolen darin bilden. Diese Substanz bildet theils (z. B. bei Rotiferen) am Vorderende warzenartige cilientragende Massen, theils im Innern (besonders deutlich bei den Tardigraden den [warum nicht auch Räderthieren? S.]) Muskeln ähnliche Stränge von bestimmter gleichbleibender Form und Anordnung, die auch von Ehrenberg und Doyère wirklich als Muskeln bezeichnet und von Letzterem bei den Tardigraden auf das Minutiöseste beschrieben und gezählt wurden. Allein nicht die äussere Form, sondern die histiologische Beschaffenheit entscheidet, wo es auf die Bestimmung eines Gewebes ankömmt. Eine vollkommen homogene, strukturlose Substanz können wir nicht Muskel nennen, wenn wir nicht den Begriff dieses letzteren ganz ändern und etwa einfach an die Eigenschaft der Contractilität knüpfen wollen. Diese Substanz scheint einen schönen Uebergang von der formlosen contractilen Substanz, wie wir sie bei der Hydra kennen gelernt haben, zu der eigentlichen Muskelsubstanz zu bilden. Bei dieser Sonderung der contractilen Substanz in getrennte Massen tritt nun auch das verknüpfende Nervensystem auf, dessen Anordnung und merkwürdige Verbindung mit den Muskeln bei den Tardigraden uns Doyères schöne Untersuchungen *(Ann. d. scienc. nat. 2. sér. vol. XIV.* 1840. *vol. XVII.* 1842. *vol. XVIII.* 1842. — *O. S.)* kennen gelehrt haben." Mit diesen Ansichten und Beobachtungen stehen wir zum Theil in directem Widerspruch. Siehe unten über die Muskeln der Räderthiere.

peitschen-, griffel- und hakenförmigen Anhänge, welche im Gegensatz zu der der kleineren wirklichen Wimperorgane in vielen Fällen eine willkürliche zu seyn scheint, durch Muskeln hervorgebracht wird, hat sich durch die mikroskopische Untersuchung noch nicht mit Bestimmtheit ergeben. Nur in dem Stiele der sich zusammenschnellenden Vorticellinen findet sich ein unzweifelhafter, den ganzen hohlen Stiel durchsetzender Muskel, durch dessen Contraction das Zusammenschnellen des Stieles in Form einer Spirale verursacht wird. Dieser Muskel zeigt keine Querstreifung.

2. Das Muskelsystem der Strahlthiere.

Bei den Polypen zeigen sowohl die Anthozoen als die Bryozoen deutlich entwickelte Muskeln. Dort sind es vorzüglich die Actinien, unter deren Haut in den seitlichen Körperwandungen und im Fusse eine beträchtliche Muskelschicht liegt, wie sie auch bei andern Anthozoen, z. B. in den Leibeswandungen der *Edwardsia*, in den Armen der *Eleutheria* bemerkt sind. Eben so deutlich und deutlicher treten die Muskeln in den Bryozoen auf, wo sie, von andern Organen nicht umgeben, sich frei durch die Leibeshöhle erstrecken, namentlich als Retractoren der vorderen ausstülpbaren Körpertheile. In keinem Falle scheinen sie quergestreift zu seyn.

Auch die Quallen haben deutliche Muskelfasern, welche ring- und radienförmig die gallertige, contractile Körpersubstanz durchziehen. Bei einzelnen Schirmquallen, z. B. *Pelagia noctiluca*, ist die Querstreifung der Muskelfasern beobachtet.

Das Muskelsystem der Echinodermen ist sehr entwickelt. Die Muskeln liegen eines Theils an und zwischen den einzelnen Abschnitten des Hautskeletes, um die Ortsbewegung zu vermitteln, und können da, wo das Haut-

skelet zurücktritt, bei den Holothurien und Sipunculoiden, einen äusserst festen, aus Längs- und Querfasern bestehenden Hautmuskelschlauch bilden, theils dienen sie zur Bewegung der Kauorgane, Tentakeln u. s. w. Die Muskelfasern der Echinodermen scheinen immer glatt zu seyn.

3. Das Muskelsystem der Würmer.

In allen Abtheilungen der Würmer sind Muskeln entdeckt. Bei den Strudelwürmern lassen sich Muskelfasern am leichtesten in dem sehr entwickelten, oft weit hervorstreckbaren Schlunde nachweisen, aber auch ausserdem finden sich im Körper entschieden ausgeprägte Muskeln, so diejenigen, welche bei der mikroskopischen Rhabdocoele *Prostoma lineare* zur Bewegung des Stachels dienen. Sie sind glatt.

Das Muskelsystem der Helminthen zeigt sich namentlich in der, die oft so ausserordentlichen Contractionen des Körpers hervorbringenden Hautmuskelschicht. Hier sind die immer glatten Muskelfasern theils unregelmässig in einander gewebt, wie bei den Trematoden, theils bilden sie regelmässige Längs- und Querschichten, so bei den Acanthocephalen, Nematoiden und Gordiaceen. Bei den Nematoden pflegt sich die nach innen liegende Längsmuskelschicht in vier Streifen zu sondern.

Bei den Räderthieren scheiden sich die einzelnen zahlreichen Muskeln sehr scharf von den übrigen Organen, indem sie, meist nur mit ihren Enden befestigt, frei den Körper durchsetzen, so namentlich die grossen Längsmuskeln, welche sich von hinten convergirend nach vorn erstrecken und vorzugsweise das von Zeit zu Zeit eintretende Zusammenschnellen des Thieres bewirken; andere Muskeln lassen sich als Kaumuskeln, Sphincteren der Kloake, Constrictoren der contractilen Blase bestimmen. In der Familie der Rotiferen findet sich eine

starke Hautmuskelschicht und gerade diese Thiere bewegen sich häufig wurmartig durch abwechselnde Contractionen und Expansionen. Die Querstreifung ist zwar erst bei wenigen Arten, bei diesen aber mit aller Bestimmtheit beobachtet, bei *Euchlanis triquetra* und *Pterodina patina*.

Bei den Ringelwürmern werden die Wurmbewegungen durch den entwickelten Hautmuskelschlauch ausgeführt. In diesem findet sich eine äussere Ringfaser- und eine innere Längsfaserschicht, zwischen beiden mitunter, wie bei den Blutegeln, eine Lage sich unregelmässig kreuzender Fasern. Besondere Muskelbündel dienen zur Bewegung der Fussstummeln und Borsten bei den Borstenwürmern, andere zum Aus- und Einstülpen des Schlundes (z. B. bei *Arenicola*, *Nereis*) oder zum Aufrichten, Entfalten und Einziehen der Tentakeln.

4. Das Muskelsystem der Arthropoden.

Das Muskelsystem der Arthropoden ist in geradem Verhältniss mit der Körpergliederung entwickelt; wir finden die Muskeln am zahlreichsten und stärksten, wo die Segmentirung am weitesten geht, verkümmert aber, wo die Gliederung zurücktritt. Die Anordnung der verschiedenen Muskelgruppen, die Art der Befestigung, das Verhältniss der Strecker und Beuger sind in allen drei Klassen im Allgemeinen dieselben. Am genauesten ist das Muskelsystem der Insekten untersucht, man thut daher am besten, von ihm auszugehen, um die Uebereinstimmungen und Abweichungen, welche Crustaceen und Arachniden zeigen, daran zu reihen.

Von dem Muskelsystem selbst der entwickeltsten Gliederwürmer weicht schon das der ihnen an Form und Art der Bewegung ähnlichen Larven durch die bestimmte Sonderung einzelner Körpermuskelschichten bedeutend ab. Man unterscheidet bei ihnen, in der ganzen Länge des

Körpers fast gleichmässig ausgebildet, eine Rückenschicht, eine Bauchschicht und zwei Seitenschichten, deren jede wieder aus mehreren Lagen der Länge nach und schief oder quer verlaufender Fasern besteht. Die Seitenschichten sind geringer als die Rücken- und Bauchschicht. Diese wird durch den Nervenstrang, jene durch das Rückengefäss in eine rechte und linke Hälfte zerlegt. Bei den vollkommenen Insekten, wo das Abdomen an Beweglichkeit sehr verloren, haben auch die hinteren Partieen der einzelnen Muskelgruppen eine Rückbildung erlitten, wogegen sich die im Thorax befindlichen Fuss- und Flügelmuskeln ausserordentlich entwickelt haben. Jeder Flügel hat mehrere, gewöhnlich zwei Herabzieher und Heber, die, wie viele der andern Muskeln, in sehnenartige, chitinhaltige Fortsätze des Hautskeletes übergehen. Die Muskulatur der Beine ist in der Regel so beschaffen, dass die Muskeln (gewöhnlich ein Strecker und ein Beuger) des einen Gliedes in dem nächst vorhergehenden befestigt sind, während sie sich mit dem Gliede, welches sie bewegen, durch kurze sehnenartige Fortsätze verbinden. Die Fussmuskeln der einzelnen Ordnungen zeigen grössere Uebereinstimmung als die Flügelmuskeln, die besonders bei den Lepidoptern, Diptern, Hymenoptern und den fliegenden Käfern stark entwickelt sind.

Die Krustenthiere schliessen sich zunächst den Insektenlarven an, namentlich durch bedeutende Entfaltung der Abdominalmuskeln.

Die Arachniden dagegen gleichen mehr den vollkommenen Insekten durch die starke Muskulatur des Thorax, während am Hinterleibe sich nur unter der Hautbedeckung ein sehr dünnes Muskelnetz befindet, ausserdem aber von der Rücken- und Bauchseite einzelne Muskelstränge zwischen die Eingeweide gehen. Eine Anzahl die

ser Stränge heftet sich häufig an ein sehniges, auf beiden Seiten der Mittellinie liegendes Band.

Die willkürlichen Muskeln der Arthropoden zeigen allgemein Querstreifung, die sich nicht selten bei den Insekten auch an den Muskelfasern des Darmkanals findet.

5. Das Muskelsystem der Weichthiere.

In der Entwickelung des Muskelsystems stehen die Tunicaten gegen die übrigen Acephalen zurück, indem bei ihnen nur die unter der allgemeinen Hautbedeckung gelegene, aus Längs- und Querfasern bestehende Hautmuskelschicht besonders hervortritt. Diese erscheint bei den Salpen und einigen Species der Ascidien in einzelnen von einander getrennten Muskelstreifen und Ringen, bildet aber bei den meisten Ascidien einen vollständigen Schlauch. An der After- und Athemöffnung befinden sich starke Sphincteren. Bei den Bivalven lassen sich mehrere ansehnliche Muskelmassen unterscheiden, abgesehen von den vielen Muskelbündeln, welche ausserdem im ganzen Körper zerstreut sind. Hierher gehören die Schliessmuskeln, der Mantel und der Fuss. Die Schliessmuskeln bestehen aus einer grossen Anzahl paralleler Fasern, welche von einer Schale zur andern gehen und dem die Schale öffnenden elastischen Bande entgegenwirken, jedoch viel stärker. Bei der einen Abtheilung der Lamellibranchien (*Monomya*) findet sich nur ein Schliessmuskel, ungefähr in der obern Mitte der Schalen, bei einer andern (*Dimya*) zwei. Die Brachiopoden haben deren mehrere Paare; bei ihnen gehen die einzelnen Muskeln theils von einer Schale zur andern, theils heften sie sich nur mit einem Ende an die Schale und begeben sich mit dem andern in den fleischigen oder sehnigen Stiel.

Der aus zwei, meist nur am Rücken oder auch gar nicht (*Pecten, Spondylus*) vereinigten Seitenhälften be-

stehende Mantel der Bivalven ist das dem ganz geschlossenen Mantel der Tunicaten analoge Organ. Er ist sehr reich an Muskelfasern, namentlich an den freien Rändern und wo diese sich zu oft langen Athem- und Afterröhren vereinigt haben.

Sehr muskulös ist der sogenannte Fuss der Lamellibranchien. Er liegt an der Bauchseite und ist durch mehrere Sehnenstränge mit der inneren Fläche des Schalenrückens verbunden. Er verkümmert bei denjenigen Formen, welche sich vermittelst des Bartes (*byssus*) anheften. Die einzelnen Fasern dieses Byssus scheinen aus einer eigenthümlichen Umwandlung von Muskelfasern hervorzugehen.

Bei den Cephalophoren ist eine oft sehr starke, aus Längs-, Quer- und schrägen Fasern bestehende Muskelschicht mit der Hautbedeckung verbunden, die namentlich an der Bauchfläche an Dicke und Ausdehnung gewinnt und Fuss genannt wird. So bei den Gasteropoden. Metamorphosirt erscheint dieser Fuss als seitlich comprimirter Kiel der Heteropoden, wiewohl auch dieser an seinem hinteren Ende wieder zu einem Saugnapf verflacht ist. Noch abweichender ist die Metamorphose bei den Pteropoden, wo der Fuss in zwei seitliche flügelartige Lappen zerfällt.

Bei den Gehäusschnecken ist der Körper durch einen starken, in mehreren Abtheilungen vom Fuss ausgehenden Muskel an der Spindel befestigt.

Unter allen Mollusken zeichnen sich die Cephalopoden durch grössere Sonderung der einzelnen Muskeln aus, indem die Fasern sich nicht so vielfältig kreuzen, wie zumeist bei den beiden andern Classen, sondern sich parallel an einander legend mehr einzelne, fleischige Muskeln bilden.

6. Das Muskelsystem der Wirbelthiere.

Die Muskulatur der Wirbelthiere ist im Ganzen ein getreuer Abdruck des Knochensystems; man findet gewöhnlich, wo bei zwei verschiedenen Thieren dieselben Knochen vorhanden sind, auch die entsprechenden, sich an diese Knochen ansetzenden Muskeln, wo eine Reduction der Knochen eingetreten, auch eine Reduction der Muskeln. Das Letztere sehen wir namentlich an den Extremitäten. Wir wollen wiederum, wie wir es bei der Betrachtung des Skeletes gethan, nicht das ganze Muskelsystem nach den Classen durchgehen, sondern einige der hauptsächlichsten Modificationen und Abweichungen sich von selbst sondernder Muskelgruppen durch die einzelnen Classen hindurch verfolgen.

Hautmuskeln.

Bei den Wirbelthieren findet sich das System der Hautmuskeln nirgends in der Art ausgeprägt, wie es für sehr viele Würmer und die Mollusken charakteristisch ist, dass nämlich mit der Hautbedeckung selbst, mit der *cutis* ansehnliche Muskelstraten innig verwebt sind. Vielmehr liegen hier die Hautmuskeln immer unter der Haut, mit der sie sich nur stellenweise verbinden; sie sind dünn und gehen oft, namentlich bei den Säugethieren, in grosse Aponeurosen über.

Bei den ungeschwänzten Batrachiern sind als Hautmuskeln einige Anspanner der Rückenhaut zu nennen *(pubio-dorso-cutané* und zwei *coccy-dorso-cutanés Duj.).* Die meisten Hautmuskeln unter den Amphibien haben die Ophidier, wo sie sich theils von den Rippen nach den Schuppen begeben, theils die Bauchschuppen und Seitenschuppen unter einander verbinden, theils auch von dem vordern zum hintern Rande einzelner Schuppen gehen und zur Krümmung derselben dienen.

Bei den Vögeln finden sich ausgedehnte, dünne Hautmuskeln, welche die Haut contrahiren und die Federn sträuben. Namentlich bei den Wasservögeln treten an die Conturfedern je vier bis fünf kleine Muskeln, um dieselben allseitig zu bewegen. Auch die Muskeln der Flughautfalten *(m. m. patagii)*, langer und kurzer Spanner der vorderen Flughaut und der Spanner der hinteren Flughaut, sowie der Aufrichter der Steuerfedern am Schwanze *(m. levator rectricum)* gehören hierher.

Das Hautmuskelsystem der Säugethiere ist meist sehr entwickelt; die Hautmuskeln dienen gewöhnlich zum Runzeln und Schütteln. Sehr ausgedehnt sind sie beim Stachelschwein, noch mehr beim Igel. Letzterer besitzt einen fast vollständigen Hautmuskel-Schlauch; auf dem Rücken und Bauche ist dieser dünner, an den hintern Extremitäten geht er in Aponeurose über, während andere Portionen sich an die vorderen Extremitäten, den Schwanz und Kopf begeben. Das Zusammenkugeln geschieht hauptsächlich durch eine Lage concentrischer Muskelbündel, die von Kopf und Nacken über die Seiten zur Kreuzgegend verlaufen und wodurch der Rückentheil des Muskels wie eine Kappe über den Körper gezogen wird.

Seitenrumpfmuskeln.

Die Seiten der Fische sind von zwei grossen Muskelmassen bedeckt, die sich hinten an den Strahlen der Schwanzflosse, vorn am Schultergürtel und Kopf befestigen, und die namentlich am Schwanze durch ein fibröses Blatt in zwei durchaus symmetrische Hälften, einen Bauch- und einen Rückentheil zerlegt werden. In gleicher Anzahl mit den Wirbelkörpern erstrecken sich durch die Seitenmuskeln Ligamente, welche im oberen Theile des Bauchstückes und im unteren des Rückenstückes am Schwanze in einander steckende hohle Kegel oder Halbkegel bilden, deren Spitze nach vorn, deren Basis nach hin-

ten gerichtet ist; in dem oberen Theile des Rückenstückes aber und dem unteren des Bauchstückes stellen diese *ligamenta intermuscularia* Abschnitte von Kegeln oder Kegelmänteln dar, deren Basis nach vorn und deren Spitze nach hinten gerichtet ist. In den Rumpfmuskeln, den unmittelbaren Fortsetzungen der Schwanzmuskeln, bilden die Ligamente auf Querdurchschnitten nicht mehr concentrische Ringe, d. h. sie gehören nie mehr ganzen Kegeln an. Wegen der verschiedenen Richtungen dieser Kegel erscheinen die *ligamenta intermuscularia* äusserlich als bogen- und zickzackförmige *inscriptiones tendineae.* Trotz des schiefen Verlaufs der Ligamente ist doch die Richtung der Muskelfasern zwischen ihnen parallel mit der Axe des Fisches.

Auch viele nackte Amphibien, nämlich die Coecilien, Perennibranchiaten, Derotreten und die Salamanderlarven verhalten sich hinsichtlich der Seitenmuskeln wie die Fische, wogegen bei den luftathmenden Wirbelthieren der untere oder Bauchtheil der *musculi laterales* verloren geht, wenigstens am Rumpfe. Am Schwanze zeigen sich die Seitenmuskeln häufig noch im ganzen Umfange, so bei vielen beschuppten Amphibien, auch Säugethieren. Der übrig gebliebene Rückentheil am Rumpfe ist in mehrere Muskeln zerfallen, und als Aequivalent jener Lage der Fische sind also bei den höheren Thieren die *m. m. spinalis*, *semispinalis*, *multifidus*, *longissimus dorsi* und *sacrolumbalis* anzusehen, die sich wiederum alle oder zum Theil in den Schwanz- und Halsmuskeln wiederholen. Die Rückenmuskeln der beschuppten Amphibien haben sich noch nicht so vollständig gertennt; man kann eine innere den *m. m. spinalis*, *semispinalis* und *multifidus* und eine äussere, den *m. m. sacrolumbalis* und *longissimus dorsi* entsprechende Portion unterscheiden.

Rippenheber. Interprocessual- und Intercostalmuskeln.

Bei den Fischen lassen sich diese Muskeln als eigene Systeme nicht unterscheiden; bei den übrigen Wirbelthieren richten sie sich nach dem Vorhandenseyn der Rippen und der Beweglichkeit der Wirbelsäule und der Rippen. So fehlt den Cheloniern das System der *levatores costarum* und der *m. intercostales*, welche dagegen bei den Schlangen ausserordentlich entwickelt und vervielfältigt sind. Als Analogon der Rippenheber finden sich am Halse der Vögel kleinere von den Querfortsätzen zu den Rippenrudimenten (s. oben S. 92) gehende Muskeln. Bei der Festigkeit des Rumpftheiles der Vögel sind auch die entsprechenden Interprocessualmuskeln nicht sehr entwickelt.

Zu den Intercostalmuskeln ist der *m. rectus abdominis* zu rechnen, zwischen dessen Bäuchen da, wo sonst in der Regel die *inscriptiones tendineae* sich finden, beim Krokodil die Bauchrippen liegen. Die Ausbreitung dieses, den Fischen und Cheloniern fehlenden Muskels kann eine sehr bedeutende seyn, er kann sich da, wo das Brustbein fehlt, z. B. bei den Myxinoiden, die keinen Bauchtheil des Seitenmuskels haben und ausnahmsweise unter den Fischen den *rectus* besitzen, vom After bis zum Zungenbein erstrecken und fungirt somit unmittelbar als *sternohyoideus.*

Bauchmuskeln.

Auch die Ausdehnung der übrigen eigentlichen Bauchmuskeln, nämlich der *m. m. obliqui externus* und *internus, tranversus* und *pyramidalis* ist zum Theil eine viel grössere, als die menschliche Anatomie lehrt, indem bei den Sauriern sowohl die schiefen Bauchmuskeln als der quere theilweise die Brusthöhle überziehen. Den Fischen fehlen diese Muskeln gänzlich, mit Ausnahme der Myxinoiden, die ausser dem geraden auch einen schiefen

Bauchmuskel besitzen. Der *transversus* fehlt den Ophidiern, der *pyramidalis* fast allen Amphibien.

Die Vögel stimmen ziemlich mit den Säugern überein; bei beiden ist in der Regel der *pyramidalis* nicht vorhanden. Die Beutler haben ihn jedoch ausserordentlich entwickelt.

Das Zwergfell ist, ausser bei den Säugethieren, die es vollständig besitzen, nur rudimentär vorhanden oder gar nicht. Rudimentär haben es die Chelonier. Das rudimentäre Zwergfell der Vögel, der sogenannte Lungenmuskel, ist bei den eigenthümlichen Athemvorrichtungen von grosser Wichtigkeit; es dient theils dazu, während des Flügelschlags die unter der Lunge gelegenen Luftsäcke von der Lunge abzuhalten, theils, die Oeffnungen der Luftsäcke in die Lunge mehr oder weniger zu verschliessen. Zu einer die Brust- und Bauchhöhle trennenden Querscheidewand wird das Zwergfell erst bei den Säugethieren. Merkwürdig sind die im Zwergfelle einiger Säugethiere, namentlich des Kameels vorkommenden Verknöcherungen.

Die Muskeln der unpaaren Flossen.

An den unpaaren Flossen der Fische hat man zweierlei Muskeln zu unterscheiden, ein oder mehrere dicht neben der Mittellinie verlaufende kleinere Paare, welche sich an die Flossenträger setzen und zum Heben und Senken der Flossen dienen und, dann eigne Muskeln für die Flossenstrahlen, welche als Seitwärts-, Vorwärts- und Rückwärtszieher wirken. Die Afterflosse wird vorzüglich von Seitwärtsziehern bewegt.

Schulter-, Becken- und Extremitätenmuskeln.

Noch weniger als die Knochen lassen sich die Muskeln der paarigen Gliedmassen der Fische auf die Muskeln derselben Gegenden bei den übrigen Klassen zurückzuführen. Sie beschränken sich auf einige Heber und

Niederzieher, Rückwärtszieher und Strecker; kleinere, zwischen den Flossenstrahlen befindliche Muskeln nähern diese einander.

Im Uebrigen aber kehrt sowohl bei den Amphibien, abgesehen von denjenigen mit kleinen oder verkümmerten Extremitäten, als bei den Vögeln dieselbe Anordnung der Muskulatur wieder, die wir beim Säugethiere und beim Menschen finden. Was nun *a)* die Muskeln der Schultern und der vorderen Gliedmassen anbetrifft, so lässt sich Folgendes bemerken:

Die Schultermuskeln sind bei den nackten Amphibien, namentlich den geschwänzten, sehr einfach undb estehn in einem oder mehreren Vorwärtsziehern oder Hebern und Rückwärtsziehern, als deren Antagonisten. Am einfachsten verhält sich *Proteus*, der nur einen Vorwärtszieher (zugleich Heber) und einen Rückwärtszieher besitzt. Bei den ungeschwänzten Batrachiern kommen gewöhnlich drei Vorwärtszieher und zwei Rückwärtszieher vor. Jene entsprechen den *m. m. culullaris*, *rhomboideus* und *levator scapulae;* diese den *m. m. serratus anticus* und *pectoralis minor s. serratus anticus minor.* Bei den meisten Amphibien hat der *omohyoideus* seine Rolle getauscht; er ist nicht, wie bei den höheren Klassen, Rückwärtszieher des Zungenbeins, sondern Vorwärtszieher der Schulter.

In Bezug auf Anordnung und Zahl der Muskeln des Oberarms, Vorderarms und der Hand zeigen die Amphibien vielfache Verschiedenheiten. Am einfachsten verhält es sich wiederum mit den geschwänzten Batrachiern. Am Oberarm vollständiger Gliedmassen kann man (nach Meckel) unterscheiden einen Vorwärtszieher (*deltoideus*), Auswärtszieher (*scapularis*), zwei Rückwärtszieher (*pectoralis maior* und *latissimus dorsi)* und einen Einwärtszieher (*coracobrachialis)*. Der Vorderarm hat gewöhnlich mehrere Strecker und Beuger, und ebenso finden sich

an der Hand Strecker und Beuger, Anzieher und Abzieher.

In der Muskulatur der Schulter gleichen die Vögel sehr den Sauriern. Einzelne Muskeln werden für den Flug von besonderer Wichtigkeit, so der *latissimus dorsi*, der den Rumpf von hinten nach vorn hebt und den Vogel während des Flugs in die horizontale Lage versetzt. Den Oberarm bewegen acht Muskeln, unter denen der *pectoralis maior* bei guten Fliegern oder auch bei den Vögeln, welche kurze Flügel haben, sich durch seine Stärke auszeichnet; den Vorderarm neun. Ausserdem wirken auf Mittelhand und Finger nicht weniger als sechzehn Muskeln.

Bei den Säugethieren kommen von Schultermuskeln gewöhnlich vor der *cucullaris*, *levator scapulae*, der oder die *rhomboidei*, *serratus anticus maior* und *minor*, *subclavius*. Auch die Muskulatur des Oberarms ist noch ziemlich übereinstimmend, am Unterarm aber und der Hand treten namentlich bei den Hufthieren grosse Vereinfachungen ein.

Wenden wir uns nun *b*) zu den Muskeln des Beckens und der hintern Extremitäten, so hat man bei den Amphibien auch diese ohne Schwierigkeit nach den entsprechenden der höheren Klassen benennen können. Den Vögeln fehlen von den Beugern des Oberschenkels der *psoas* und *iliacus internus*. Die Muskeln des Unterschenkels sind, mit denen der Saurier verglichen, weniger zahlreich, indem sich mehrere dort getrennte Muskeln vereinigt haben. Die Muskeln des *metatarsus* und der Zehen haben sehr lange Sehnen bei kurzen, sich hoch ansetzenden Bäuchen. Diese Sehnen sowohl, als die der Flügel haben die Neigung zum Verknöchern.

Die Muskeln am Becken und den hinteren Extremitäten der Säugethiere zeigen, wenn auch nach einem

Typus geordnet, doch mannigfache Abweichungen. Diese beziehen sich, wie bei den Vordergliedmassen, namentlich auf die unteren Partieen.

Gesichtsmuskeln.

Eigentliche Gesichtsmuskeln fehlen den Fischen. Bei den Amphibien finden sich mehrere Expansoren und Constrictoren der Nasenlöcher. Auch die Vögel haben keine den Gesichts- und Lippenmuskeln des Menschen analoge Muskeln, und es schliesst sich ihnen der *Ornithorhynchus* an. Bei den meisten übrigen Säugethieren sehen wir mehrere Gesichtsmuskeln, namentlich die zur Bewegung der Lippen bestimmten. Der *buccinator* ist bei den mit Backentaschen versehenen Thieren sehr gross. Indess erreicht kein Säugethier den Menschen an Sonderung der Gesichtsmuskeln, deren mimische Wirkung bei jenen auch durch den über sie ausgebreiteten Hautmuskel geschwächt wird.

Kaumuskeln.

Die Kaumuskeln zeigen sehr allgemein denselben Plan, der aber durch die Freibeweglichkeit der Unterkieferhälften und des Oberkiefers, sowie durch die Ausdehnung und Beweglichkeit des Gaumenapparates und des Unterkiefersuspensorium modificirt wird. So liegt auf den letzteren Knochen bei den Knochenfischen eine Muskelmasse, welche sich mit einer Sehne an den Oberkiefer, mit der andern am Kronenstück des Unterkiefers ansetzt. Bei den Amphibien lassen sich zwei Kaumuskeln, ein äusserer (*masseter* und *temporalis*) und ein innerer (*pterygoidei*) unterscheiden. Als Herabzieher wirkt ein verschieden entspringender *digastricus*. Bei den Schlangen sind die Muskeln sehr vermehrt. Sie besitzen, wie die Fische, ein die Muskelkieferhälften einander näherndes Muskelpaar und mehrere andere zur Bewegung des Qua-

dratbeins und der Gaumengruppe bestimmte. Auch bei den Vögeln finden sich, ausser den den *m. m. masseter, temporalis, pterygoidei, digastricus* analogen Muskeln, ein Heber und Vorwärtszieher und ein Rückwärtszieher des Flügelbeins und Quadratbeins. Die Kaumuskeln der Säugethiere gleichen denen des Menschen sehr, nur sind sie gewöhnlich bedeutender entwickelt.

Muskeln des Kiemenapparates und Zungenbeines.

Bei dem ganz abweichenden Bau dieser Theile bei den Cyclostomen ist auch ihre Muskulatur eine völlig von dem Plane der übrigen Wirbelthiere abweichende. Wir erwähnten, dass die Cyclostomen nicht durch den Mund einathmen, sondern durch die Kiemenlöcher ein- und ausathmen. Deshalb sind bei ihnen die Constrictoren der Kiemenhöhle ungemein entwickelt. Indem bei den Knochenfischen das eigentliche Zungenbein von untergeordneter Bedeutung ist gegen die Kiemenbogen, sind es auch vorzüglich letztere, welche durch eine nicht geringe Anzahl theils von der Schädelbasis, theils vom Zungenbeine, theils vom Schultergürtel entspringender Muskeln nach oben, vorn, hinten und abwärts bewegt werden. Zum Kiemenapparat gehören auch die zwischen den *radii branchiostegi* befindlichen Muskeln und Heber und Senker des *operculum*.

In den drei höheren Klassen zeigen die Zungenbeinmuskeln eine grosse Uebereinstimmung, fast mit alleiniger Ausnahme der Schlangen wegen des rudimentären Zungenbeins und des Mangels von Schultergerüst und Brustbein. Die verbreitetsten sind bei den Amphibien: die *m. m. sternohyoideus*, *omohyoideus*, *myloglossus*, *genioglossus* — und die *m. m. hyoglossus* und *genioglossus* als Zungenmuskeln. Bei den Vögeln: die *m. m. mylohyoideus*, *stylohyoideus*, *geniohyoideus*, *sternohyoideus*.

Diese zeigen sich auch bei den Säugethieren sehr beständig.

L y o n n e t, *Traité anatomique de la chenille, qui ronge le bois de saule.* 1762. (Berühmte Darstellung der Myologie von *Cossus ligniperda.)*

J. Fr. M e c k e l, System der vergl. Anatomie. III. Theil. 1828.

J. M ü l l e r, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Erster Theil, Myologie S. 179—248. 1835.

Ant. D u j é s, *Recherches sur l'Ostéologie et la Myologie des Batraciens á leurs différens ages.* 1835.

E. d'A l t o n, Beschreibung des Muskelsystems eines *Python bivittatus.* M ü l l e r's Arch. 1834.

J. P r e c h t l, Untersuchungen über den Flug der Vögel. 1846.

Anhang.

Die Flimmerorgane.

Obgleich der Flimmerorgane gelegentlich schon Erwähnung gethan und auch in der Folge auf sie aufmerksam zu machen ist, wollen wir doch an dieser Stelle einiges Allgemeine über ihr Vorkommen und ihre Bedeutung mittheilen. Die Flimmerorgane sind als Bewegungswerkzeuge im weitesten Sinne anzusehen; sie sind ungemein verbreitet und für fast alle Functionen des thierischen Lebens, wie es scheint, von der grössten Wichtigkeit. Es ist schwer, eine Gränze zu ziehen zwischen den der Willkür entzogenen und in keiner Abhängigkeit vom Nervensystem stehenden Flimmerorganen und den von dem Thiere beliebig in Thätigkeit oder Ruhe zu setzenden. Die letzteren pflegen äusserlich zu seyn und zeichnen sich dann gewöhnlich von anderen äusseren, der Willkür entzogenen Flimmerorganen durch ihre Grösse aus, wie wir bei Infusionsthieren, bei den Räderorganen der Räderthiere, den einfachen, die Tentaceln vieler Polypen umgebenden Wimpersäumen und an den häufig auffallend langen Wimpern sehen, mit denen namentlich die Embryonen von Weichthieren versehen sind. Die willkürlichen Wimpern dienen in diesen Fällen theils zur Locomotion, theils zur Herbeiführung von Nahrung; ein secundärer Zweck scheint die Wasserventilation behufs der Athmung zu seyn. Aber auch die unwillkürlich thätigen

Flimmern können zu Locomotionsorganen verwendet seyn, wovon die Infusionsthiere und die ganze Klasse der Strudelwürmer Beispiele geben.

Auch ausser dem Nutzen, den sie durch Herbeischaffung der Nahrung leisten, stehen sie mit dem Ernährungssystem im engsten Zusammenhange. Ist ihr Zweck auch weniger erklärlich, wenn wir auf der Schleimhaut der Mundhöhle, des Schlundes und der Speiseröhre der Reptilien Flimmerbewegung finden, so leuchtet derselbe doch sogleich ein, wenn bei *Branchiostoma lumbricum* und einer grossen Anzahl wirbelloser Thiere, namentlich Würmern der Darmkanal bald ganz bald streckenweise mit Flimmerepithelium ausgekleidet ist; es ersetzt einmal die Mund- und Schlundbewegungen, indem es die Nahrung in den Magen oder die dem Magen entsprechende Stelle bringt, dann die peristaltischen zur Bereitung des Chymus und Weiterbeförderung des Darminhaltes nöthigen Bewegungen. Ob Flimmerorgane an der inneren Wand eigentlicher Blutgefässe vorkommen, ist insofern zweifelhaft, als in den Fällen, wo man diess angenommen (namentlich bei Helminthen), über die Natur dieser Gefässe selbst noch nicht mit aller Sicherheit entschieden ist. Dagegen sind sie eine fast unveräusserliche Beigabe der Respirationsorgane, sowohl der Kiemen (sie sind nicht verhanden auf den Fischkiemen!) als der Lungen und der inneren, bei den wirbellosen Thieren sehr verbreiteten Wassergefässe, denen eigne Muskelstraten abgehen, und in denen sie für fortwährenden Wasserwechsel sorgen.

Auch der Zweck des Vorkommens der Flimmern in den Fortpflanzungsorganen liegt meist vor Augen, indem sie die Generationsstoffe leiten und einander zuführen.

Dass der Mangel von Flimmerorganen für die Crustaceen, Arachniden und Insekten charakteristisch zu seyn scheint, ist in der Einleitung angeführt.

Artikel Flimmerbewegung von G. Valentin im Handwörterbuche der Physiologie von R. Wagner. 1842. I. Bd. Da dieses Werk manchem unserer Lehrer nicht zur Hand seyn möchte, lassen wir die Angaben Valentin's über das Vorkommen der Flimmerbewegung den Organen nach nachfolgen (a. a. O. S. 495 f.), wobei zu bemerken, dass die Detailbeobachtungen in den letzten Jahren sich sehr gemehrt haben.

1. *Ependyma* des centralen Nervensystems. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien. Fische.
2. *Plexus choroidei.* (Wahrscheinlich Mensch.) Säugethiere. (Vögel.) Reptilien. Fische.
3. Oberfläche der Höhlung des Geruchsnerven. Mensch. Säugethiere.
4. Thränensack und Thränengang. Mensch. Säugethier.
5. Gehörhöhle. *Cyclas. Anodonta. Unio (?).*
6. Schleimhaut der Nasenhöhle. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien. Fische.
7. Innenfläche des Trommelfelles. Batrachier.
8. Schleimhaut der Eustachischen Trompete. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien.
9. Schleimhaut der Kiefer- und Stirnhöhlen. Mensch. Säugethiere.
10. Schleimhaut des gesammten Darmes oder von Theilen desselben. *Branchiostoma lumbricum. Aphrodite aculeata. Lumbricus terrestris. Nais diaphana.* Schnecken. Muscheln. Ascidien. Echinodermen. Actinien und einzelne andere Polypen und einzelne Infusorien.
11. Gesammter Bauchraum oder Theile desselben. *Aphrodite aculeata* und einzelne Polypen.
12. Aussenfläche des Darms. *Aphrodite aculeata.* Einzelne Polypen.
13. Bauchfell. Geschwänzte Batrachier. Weibliche Rochen. Weibliche Salmonen ohne Eileiter. Echinodermen. Acalephen und einzelne Polypen.
14. Schleimhaut der Mundhöhle, des Schlundes und der Speiseröhre. Reptilien.
15. Schleimhaut der Cloake. Batrachier.

16. Innere Oberfläche der Gallengänge und Aequivalente derselben. *Aphrodite aculeata. Arenicola piscatorum.* Schnecken und vielleicht Muscheln.

17. Herzbeutel. Batrachier.

18. Gefässe. *Diplozoon.* Medusen? Polypen?

19. Oberfläche der Kiemen. Perennibranchiaten. Branchiostoma. Embryonen der Batrachier. *Serpula. Amphitrite alveolata. Sabella.* Ascidien. Salpen. Echinodermen. Mit diesen veschene Schneckeu und Muscheln. Einzelne Polypen. Infusorien.

20. Schleimhaut des Kehlkopfes, der Luftröhre und der Lungen. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien.

21. Innenfläche des Harnrecipienten. Einzelne Schnecken. Muscheln?

22. Innenfläche des Samenleiters. Schnecken.

23. Innenfläche der Zellen und Gänge des Eierstockes Batrachier. Fische. Muscheln. Echinodermen? Acalephen u. a.

24. Innenfläche der Eiröhren. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien. Fische. Schnecken. Muscheln? u. a. niedere Thiere.

23. Innenfläche der Gebärmutter. Mensch. Säugethiere und damit oder mit deren Aequivalenten verschene Wirbelthiere.

26. Aeussere Haut. Embryonen der Batrachier. Schnecken. Muscheln. Echinodermen. Einzelne Entozoen. Planarien. Acalephen. Polypen. Infusorien.

27. Besondere Organe und Theile. Kammförmige Gefässe von *Arenicola piscatorum.* Schleifenförmige Organe des Regenwurms, von *Nais.* Vordere und hintere Flimmerröhren von *Branchiobdella.* Niere oder Lunge oder Geschlechtsorgan der Muscheln. Höhlen neben dem Schlundkopfe von *Distomum globiporum* und *nodulosum.* Randkörper der Medusen. Flimmerröhren der Rotiferen.

28. Rotation der Eier und Embryonen. Säugethiere. Batrachier. Knochenfische. Mollusken. Echinodermen. Entozoen. Medusen. Polypen. Infusorien (bei der letzteren Thierklasse die Jungen).

Dritter Abschnitt.

Die Organe der Ernährung.

Diejenigen Organe, welche die Nahrungsmittel aufnehmen und dieselben bis nach der Ausscheidung der zur Ernährung tauglichen Stoffe beherbergen, begreifen wir unter dem Namen des Verdauungsapparates. Wir verstehn also darunter nur den eigentlichen *tubus alimentarius* von der Mundöffnung bis zur Afteröffnung (wenn solche vorhanden) mit den zur Ergreifung und Zerkleinerung der Speisen dienenden Hülfsorganen, namentlich auch den Zähnen und zahnartigen Gebilden. In einem zweiten Kapitel haben wir diejenigen Hülfsorgane zu betrachten, welche, häufig nur in Form dünnerer oder stärkerer, eng mit den Darmwandungen verbundener Zellenschichten, gewöhnlich aber als eigenthümliche, für sich bestehende Drüsen diejenigen Säfte absondern, die die Verdauung einleiten und, ausser den zum Verdauungsprocess nöthigen, von den inneren Darmwänden secernirten Säften (Magen-, Darmsaft), befördern, Speicheldrüsen, Leber, Pankreas, Milz (?). Wir müssen drittens die Wege vergleichen, auf denen der zur Ernährung der verschiedenen Körpertheile dienende Saft, welcher

die durch die Verdauung den Speisen entzogenen Nahrungstheilchen enthält, im Körper umhergeführt wird, das Gefässsystem. Ein viertes Kapitel wird uns diejenigen Apparate vorführen, durch welche der Nahrungssaft oder das Blut in Berührung mit dem Sauerstoff der athmosphärischen Luft gebracht wird, um gewisse zum Leben nothwendige chemische Veränderungen zu erleiden, das sind die Respirationsorgane. Sehr viele Thiere sind ferner mit eignen Organen versehn zur Entfernung überflüssiger, fremder oder schädlicher Stoffe aus dem Blute, mit Harnorganen, die uns im fünften Kapitel beschäftigen. Endlich handeln wir in diesem Abschnitte eine Reihe von absondernden Organen ab, die sich zwar nicht unmittelbar auf die Ernährung beziehn, meist aber für die Oekonomie des Individuum von Wichtigkeit sind und nichts mit der Fortpflanzung zu schaffen haben. Wir begreifen sie unter dem Namen der besonderen Absonderungsorgane (Giftdrüsen. Spinngefässe. Tintenbeutel der Cephalopoden u. a.).

Erstes Kapitel.

Der Verdaungsapparat.

1. Der Verdauungsapparat der Infusorien.

Ueber den Verdauungsapparat der Infusorien herrschen zwei ganz verschiedene, sich ausschliessende Ansichten, Nach der einen (deren Urheber Ehrenberg) besitzt die eine Ordnung (*Anentera*) einen Mund, aus welchem viele hohle Stiele, die man als *oesophagi* betrachten könnte, in eben so viele innere, hohle mit eignen Wandungen versehene Bläschen (Magenbläschen, *ven-*

triculi) führen. Bei der anderen Ordnung *(Enterodela)* münden die Stiele der Magenbläschen nicht unmittelbar in den Mund, sondern in einen sie verbindenden Kanal, den Darm, der in derselben Vertiefung, wie der Mund, oder seitlich oder am Hinterende mit einer Afteröffnung endigt. Nach der andern Ansicht (v. Siebold, Burmeister, Leuckart u. a.) lassen sich in keinem Falle eigenwandige, bestimmte Magenbläschen nachweisen, sondern diess sind unbestimmte, im lockeren, contractilen Parenchym sich hie und da bildende Räume, in welche entweder, bei gänzlicher Abwesenheit einer Mund- und Afteröffnung *(Astoma)* die flüssige Nahrung durch Endosmose der ganzen Körperoberfläche oder *(Stomatoda)* feste Nahrungspartikelchen durch einen in eine Speiseröhre sich verlängernden Mund gelangt. Im letzteren Falle soll dann bald ein After vorhanden sein, bald fehlen *).

---

*) Es ist allerdings eine, auch von Ehrenberg keineswegs in Abrede gestellte Thatsache, dass bei vielen der *Anentera Ehbg.* eine Leibesöffnung nicht gefunden ist: sie wird vielleicht auch nie beobachtet werden, weil sie nicht existirt; und so kann man allerdings die Ordnung *Astoma* aufstellen. Anders verhält es sich aber mit den sogenannten Stomatoden. Wenn die Gegner der Ehrenberg'schen Ansichten diesem Naturforscher den Vorwurf machen, er habe aus Vorliebe für die vorgefasste Idee einer durch das ganze Thierreich gleich vollkommen ausgeprägten Organisation mehr gesehn, als er verantworten könne, so kann man ihnen wohl nicht ganz mit Unrecht das Entgegengesetzte nachsagen, dass sie nähmlich zum Theil aus Vorliebe für eine unsicher begründete Analogie des Infusionsthieres mit der Pflanzenzelle eine feinere, zusammengesetztere Structur eigentlich *a priori* in Abrede stellen. Die Hautbedeckung soll der Zellenmembran, was unter der Hautbedecknng dem Zelleninhalte gleichen. Dem einen haben wir schon oben *(p. 75)* widersprochen, den zweiten Theil der Analogie möchten wir, wenigstens nach der Darstellung in v. Siebolds vergl. Anatomie, für eine physiologische Unmöglichkeit halten. Die durch den Oesophagus gegangene Nahrung soll, häufig „von Flüssigkeit blasenförmig umgeben" *(Ehrenbergs ventriculi)* zwischen das beliebig auseinander weichende Parenchym gelangen. Da hier eine bestimmte

Bei mehreren Gattungen (*Prorodon, Nassula* u. a.) ist die Mundöffnung mit einem Zahngerüst versehn, welches aus biegsamen, in Form einer Reuse zusammengesetzten Stäbchen besteht.

Grenze nicht gezogen, so kann der Zusammenhang des Parenchyms völlig aufgehoben werden; dann müsste aber, wie uns scheint, das Thier sein eignes Parenchym verdauen, da dieses sich in derselben Lage befindet, wie verschluckte Thiere oft derselben Species, welche rasch zersetzt und aufgelöst werden. Man könnte, statt von losem, verschiebbaren Parenchym zu sprechen, die *Enterodela* gerade zu für einmagige Thiere erklären, die sich hinsichtlich ihrer inneren Wasser- und Chyluscirkulation wie viele mit einer grossen Magen- und Leibeshöhle versehene Polypen und Hydroiden verhielten. Wir glauben jedoch, dass Ehrenberg in der Hauptsache Recht behält, indem er die Nahrung auch hinter dem Oesophagus einen bestimmten Weg durch einen Darm gehn lässt. Wir machen immer wieder auf die den Enterodelen so verwandten Turbellarien aufmerksam. Bei vielen (*Opistomum*, den meisten *Mesostomeae* u. a.) derselben haben wir die gleiche Erscheinung; Mund, Schlundkopf, Oesophagus treten genau hervor, während wir ganz vergeblich die Darmwände, deren Existenz noch Niemand in Zweifel gezogen hat, zu erkennen streben.

Ausser Ehrenberg — Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. 1838. — vergleiche man C. Eckhard — Die Organisationsverhältnisse der polygastrischen Infusorien. *Wiegm. Arch.* 1846. Entgegengesetzter Ansicht ist unter andern Dujardin — *Histoire naturelle des zoophytes, Infusoires. Paris* 1841.

Als einzellige Thiere sind in neuerer Zeit auch die im Darmkanale vieler Arthropoden und Würmer lebenden Gregarinen betrachtet worden. Einzelne Arten zeigen freilich nur eine, wie es scheint, ganz strukturlose, durchsichtige, für Flüssigkeiten sehr permeable Hülle mit einem körnig-flüssigen Inhalte; andere aber bestehen aus mehreren Abtheilungen, die sich als Vorder- und Hinterende erweisen, haben borsten- und wimperartige Anhänge, befestigen sich vermittelst am Kopfe angebrachter Widerhaken, und endlich verbietet ihre höchst überaschende Entwickelung, sie mit der Zelle zu parallelisiren. Vergl.

F. Stein, Ueber die Natur der Gregarinen. Müll. *Arch.* 1848.

2. Der Verdauungsapparat der Strahlthiere.

Die Polypen zeigen zwei verschiedene Typen ihres Verdauungsapparates, wonach man die beiden Ordnungen der *Anthozoa* und *Bryozoa* auch als Darmlose und Darmführende bezeichnen könnte. Bei den Anthozoen nähmlich findet sich nur eine, gleich hinter der Mundöffnung (nur *Edwardsia* hat einen *oesophagus*) beginnende und sich meist weit in den Körper erstreckende Magenhöhle, aus welcher die unverdaulichen Speisetheile wieder durch den Mund entfernt werden. Die Wände dieses Magens sind nur am obern Ende mit den Körperwandungen verwachsen, und so entsteht um den Magen herum und hinter demselben eine zweite Höhle, gewöhnlich Leibeshöhle genannt, in welche sich der Magen zum Einlass von Wasser und zum Hinauslassen desselben und der Geschlechtsprodukte u. s. w. öffnet. Die Bryozoen dagegen haben einen sehr zusammengesetzten Darmkanal, an dem man einen musculösen Schlundkopf, Speiseröhre, Kropf- oder Vormagen, Magen, Dünn- und Dickdarm unterscheiden kann. Der Darmkanal hängt in die auch hier vorhandene Leibeshöhle hinein und macht in der Magengegend eine Biegung nach Oben unter spitzem Winkel, so dass die Afteröffnung sich in der Nähe des Mundes befindet. Eine Oeffnung des Darmkanals in die Leibeshöhle ist nicht vorhanden.

Auch die meisten Quallen haben einen centralen Magen, häufig, namentlich bei den Medusiden, mit strahlenförmigen Aussackungen oder kanalartigen Fortsätzen. Mitunter (*Rhizostomidae*) finden sich statt einer Mundöffnung viele feine Kanäle in den Fangarmen, welche einzeln nach aussen münden und die flüssige Nahrung in die mittlere Höhlung führen. Die sogenannten Saugröhren, welche die Röhrenquallen oft in grosser Menge an dem sogenannten Verdauungskanale besitzen, scheinen

einzelne Individuen zu sein, indem die meisten Röhrenquallen nicht als Einzelthiere, sondern, wie die Polypenstöcke als Thiercolonien betrachtet werden müssen.

Der Darmkanal der Echinodermen zeigt eine sehr verschiedenartige Anordnung. Die Mundöffnung ist fast immer central, die Afteröffnung bald dem Munde entgegengesetzt (Echinoiden, Asteroiden, Holothurien), bald am Rande der Schale oder in dessen Nähe an der Unterseite (Spatangen, Clypeastriden), bald ganz in der Nähe des Mundes (Crinoiden); auch bei den Sipunculaceen ist die Afteröffnung weit vom Hinterende nach vorn gerückt. Manchen Asteroiden fehlt die Afteröffnung. Mit Tentakeln, als Hülfsorganen, wie sie die Polypen und Quallen haben, sind namentlich die Holothurien versehn.

Bei den Asteroiden ist die Mundöffnung von zahnartigen, papillenförmigen Fortsätzen des Hautskeletes umgeben. Einen sehr complicirten Zahn- und Kauapparat haben die Echinoiden und Clypeastriden. Bei den Echinoiden findet sich dieser, die sogenannte Laterne des Aristoteles, als ein aus fünf dreiseitigen Pyramiden bestehendes Kalkgerüst, deren jede einen Schmelzzahn enthält. Die Spitzen der Zähne bilden die Spitze des aus jenen fünf Pyramiden zusammengesetzten Kegels und ragen aus der Mundöffnung hervor. Andere kleine Kalkstäbe befinden sich in der dem Rücken zugekehrten Basis des Gerüstes. Die zur Befestigung und Bewegung dieses Kauapparates bestimmten Muskeln, welche sich theils an der Spitze, theils an der Basis des Kegels inseriren und als Antagonisten wirken, sind sehr zahlreich.

Die Ausdehnung des durch eine Art zarten Gekröses an den Körperwänden befestigten Darmkanales ist sehr wechselnd. Am einfachsten verhalten sich die Asteroiden und Ophiuriden, bei denen man in der Hauptsache nur eine, bei den mit After versehenen Seesternen eingeschnürte Verdauungshöhle bemerkt. Aus der

oberen Abtheilung führt ein kurzer Mastdarm zum After. Bei den übrigen Echinodermen findet sich hinter dem Oesophagus ein mehr oder weniger gewundener, in ziemlich gleicher Weise verlaufender Darm.

3. Der Verdauungsapparat der Würmer.

Der Verdauungskanal der Würmer ist so grossen Verschiedenheiten unterworfen, wie wir sie kaum in ähnlicher Weise in anderen Abtheilungen des Thierreichs wieder finden. Die Veränderungen beziehen sich nicht nur auf die einzelnen Klassen des Wurmtypus, sie erstrecken sich als ganz wesentlich bis in die Familien hinein. Der Mund ist bald mit Kauwerkzeugen versehen, bald nicht; ein After ist meist vorhanden, fehlt aber auch oft; der Darmkanal verläuft bald geradlinig, ohne magenartige Ausbuchtungen und Blindsäcke, bald ist er mehr oder minder gablig und baumartig verzweigt, mit Magen-Abtheilungen und zahlreichen Blindsäcken; kurz, alle Modificationen, denen wir sonst begegnen, finden sich in der einen Abtheilung der Würmer realisirt.

Strudelwürmer. Bei den Strudelwürmern zeigen zwei Ordnungen so bestimmt von einander abweichende Formen des Verdauungskanals, dass man sie danach hat benennen können, die Rhabdocoelen und Dendrocoelen. In beiden findet sich gewöhnlich ein seiner Lage nach ungemein variirender, musculöser Schlundkopf, der bei den Dendrocoelen sehr exsertil ist und in einen dendritisch verzweigten Darmkanal ohne After führt, bei den Rhabdocoelen durch eine gewöhnlich kurze Speiseröhre in eine oft sehr kurze, immer unverzweigte, blindsacklose Magenhöhle, die nur in der Gruppe der *Microstomeae* zu einem längeren Darme mit Afteröffnung ausgezogen ist, während man an dem Verdauungskanal des ganz abweichenden *Dinophilus vorticoides m.* einen Schlundkopf mit einem zungenähnlichen

Organe, Vormagen, Magen, eine grosse Aushuchtung hinter dem Magen und einen kurzen geraden, durch einen Sphinkter verschliessbaren Mastdarm, der sich auf dem Hintertheile des Rückens öffnet, unterscheiden kann. Bei mehreren Rhabdocoelen (*Prostomum lineare*, *Schizostomum productum*) ist ein mit dem Verdauungsapparate in keinem näheren Zusammenhange stehender Saugmund, der, von der Mundöffnung entfernt, an der Bauchseite liegt, beobachtet worden. Dieser dient zum Festhalten der Beute. Eine Uebergangsform zwischen beiden Ordnungen haben wir in *Pseudostomum Faeroense m.*, dessen röhrenförmiger exsertiler Schlund mit dem einfachen Magensacke eine Combination der Charaktere der Rhabdocoelen und Dendrocoelen giebt. Der Darmkanal der dritten Ordnung, der Nemertinen, ist gleichfalls ohne Verzweigungen, besitzt eine gewöhnlich terminale Mundöffnung und endigt blind. Der ganze vordere Theil des Kanals kann wie ein Handschuhfinger sich aus der Mundöffnung als langer Rüssel hervorstülpen, bis ein kalkiges, zum Verwunden der Beute zu gebrauchendes Stylet zum Vorschein kommt. Es schliesst sich hieran ein längerer, vielfach gebogener und gewundener Darm, der mit seinem blinden Ende entweder frei in der geräumigen Leibeshöhle flottirt oder an der Wand derselben befestigt ist. Mehrere Naturforscher halten diesen ganzen Apparat mit dem Stylet für ein dem Geschlechtssystem angehöriges Reizorgan.

Eingeweidewürmer. Bei vielen Eingeweidewürmern, den Cystieen, Cestoden und Acanthocephalen findet sich kein durch äussere Oeffnungen zur unmittelbaren Aufnahme von Nahrungsmitteln geeigneter Verdauungsapparat; vielmehr scheinen diese Schmarotzer die von ihren Wohnthieren schon vorbereiteten, bildungsfähigen Nahrungsflüssigkeiten durch ihre ganze Körperoberfläche aufzusaugen.

Die Trematoden schliessen sich in vieler Hinsicht an die Turbellarien an. Auch bei ihnen ist in der Regel keine Afteröffnung vorhanden. Bei den meisten liegt die Mundöffnung im Grunde eines Saugnapfes; sie führt gewöhnlich in eine kurze, zum Theil von einem musculösen Schlundkopfe umgebene Schlundröhre, von welcher gabelförmig zwei blinde Därme ausgehen, die sich zuweilen (bei mehreren Arten von *Monostomum*, bei *Tristomum coccineum*) hinten wieder vereinigen. Noch einfacher verhalten sich einige Trematoden (*Aspidogaster*) mit einem einzigen Blinddarm, während andere (*Polystomum integerrimum*) durch die von den beiden Hauptstämmen des Darmkanals ausgehenden verzweigten Blindsäcke sich den Dendrocoelen nähern. Am weitesten ist diese Verzweigung bei *Distomum hepaticum* gegangen.

Bei den Nematoden, denen sich die Gordiaceen anreihen, verläuft der Verdauungskanal von der terminalen Mundöffnung in gerader Richtung nach der in der Nähe der Schwanzspitze sich befindenden Afteröffnung. Zahnartige, hornige Gebilde sind nicht häufig, sehr gewöhnlich aber liegt hinter der Mundöffnung ein aus drei longitudinalen Muskelstreifen zusammengesetzter starker Schlund, mit einer kolbigen Anschwellung, dem Schlundkopfe. Die hinter dem Schlunde liegende Abtheilung des Darmkanales ist von ziemlich gleichem Kaliber, mit sehr starken Wänden versehen und endigt mit einem kurzem, durch einen Sphincter geschlossenen Mastdarm. Der Darmkanal wird durch die ihn dicht umwickelnden Samengefässe, Eier- und Dotterstöcke in seiner Lage erhalten.

Räderthiere. Die Räderthiere zeigen einen sehr gleichbleibenden Bau der Verdauungsorgane. Die von einem oder mehreren Wimperkreisen umgebene, oft eingekerbte Mundöffnung führt in eine oft sehr geräumige Mundhöhle, an deren Ende mit wenigen Ausnahmen (*Ich-*

thydium) ein höchst musculöser Schlundkopf mit zwei ein- oder mehrzahnigen, nach Gattung und Species charakteristischen Kiefern sich befindet. Ein kurzer Schlund geht in den selten *(Rotifer)* engen, gewöhnlich weiten, oft mit Abschnürungen versehenen, magenähnlichen Darm über, welcher gemeinschaftlich mit der contractilen Blase und den sogenannten bandförmigen Organen (Hoden *Ehbg.*) in einer Kloake am Rücken mündet, kurz vor dem Schwanze.

Ringelwürmer. Mund und After der Ringelwürmer liegen an den Körperenden; im Uebrigen aber sind die Verschiedenheiten so zahlreich, dass sich etwas Allgemeines nicht sagen lässt. Die so abweichende Lebensweise der Thiere von den in der Erde und in Röhren verborgenen Abranchiaten und Capitibranchiaten bis zu den frei beweglichen räuberischen Fühlerwürmern erfordert bald nur die Hülfe fleischiger Lippen und wimpernder, die Mundöffnung umgebender Kiemen, bald starke, den Kiefern der Arthropoden gleichende Angriffswaffen und Kauwerkzeuge und eben so wenig lässt sich eine Norm für den bald gleichmässig verlaufenden, bald mit zahlreichen Blindsäcken versehenen Darmcanal angeben.

Die Mundöffnung der Hirudineen befindet sich, wie bei den Trematoden, im Grunde eines Saugnapfes. Die meisten Arten sind mit hornigen Kiefern ausgestattet, die bei *Sanguisuga* und *Haemopis*, drei an der Zahl, auf ebenso vielen musculösen Kieferwülsten befestigt sind, die Gestalt einer bogigen Schrotsäge haben und die bekannte dreistrahlige Wunde zurücklassen. Der Darmkanal ist nur selten *(Nephelis)* einfach schlauchartig, gewöhnlich zeigt er mehrere paarige Ausbuchtungen, kürzere oder längere, einfache oder verästelte Blindsäcke, jedoch, mit Ausnahme von *Clepsine*, nur bis zu einer gewissen Stelle, wo sich durch eine Art von Klappe die vordere, eigentlich verdauende Darmabtheilung von dem aus-

führendem Mastdarm scheidet. Dieser öffnet sich oberhalb des hinteren Saugnapfes.

Die Regenwürmer und Naiden sind mit lippenartigen, durch die Verlängerung des oder der ersten Körpersegmente entstandenen Wülsten versehen; auch kommt bei den Naiden *(Nais proboscidea)* ein merkwürdiges, zungenförmiges Hülfsorgan vor, bestehend aus zwei dicht neben einander liegenden fleischigen Streifen, das im Zustande der Ruhe ziemlich weit von der Mundöffnung zurückgezogen ist. Will das Thier Nahrung aufnehmen, so erweitert sich die Mundspalte zu einem Kreise, stülpt sich aus und die Zunge schöpft ein, wobei ihr aber der ganze Lippenkreis des Mundes, indem er sich wieder zuthut, behülflich ist. Bei der räuberischen Gattung *Chaetogaster* ist der Mund und Schlundkopf mit zahlreichen Muskelpapillen besetzt. Nicht alle Gattungen der genannten Familien besitzen hinter dem gewöhnlich engen Schlunde einen musculösen Magen, wie er z. B. bei *Lumbricus* und mehreren Naiden vorhanden. Bei den meisten hat der Darmkanal mehrere Einschnürungen. Vom Darmkanal der *Nais elinguis* ist der des merkwürdigen Schwanzkiemers *Amphicora Sabella* kaum zu unterscheiden.

Von den übrigen Kiemenwürmern haben die Kopfkiemer einen einfachen Schlund ohne Bewaffnung, die Rückenkiemer dagegen besitzen gewöhnlich eine ausstülpbare Schlundröhre, welche häufig *(Nereis, Polynoe, Aphrodite, Eunice* u. a.) mit hakig gekrümmten und gezähnelten Kiefern versehen ist. Der Darmcanal hat weniger häufig einen geraden Verlauf (z. B. *Arenicola)*, gewöhnlich ist er durch Biegungen oder Spiralwindungen bedeutend verlängert. Durch Einschnürungen lassen sich namentlich bei den Capitibranchiaten bestimmte Abtheilungen als Magen, Dünndarm, Dickdarm unterscheiden, weniger bei den Dorsibranchiaten. Ueber die blindsackartigen (drüsigen) Anhänge im folgenden Kapitel.

Der bei den Glattwürmern sehr eng mit den Körperwandungen verbundene Darmkanal flottirt bei den Borstenwürmern entweder frei in der geräumigen Leibeshöhle (Capitibranchiaten) oder wird durch zwerchfellartige, ihn einschnürende Querscheidewände in bestimmter Lage zu den Körperwandungen erhalten.

4. Der Verdauungsapparat der Arthropoden.

Die Mundtheile.

Die Mundtheile der Arthropoden sind wahre Kopfgliedmassen, was namentlich dadurch bewiesen wird, dass sowohl sie (bei den Spinnen) die Gestalt der Füsse annehmen und als solche gebraucht werden, als dass (bei den Crustaceen) die Füsse häufig in der Reihe von hinten nach vorn ihre Function als Bewegungswerkzeuge einbüssen, die Gestalt der Kiefern annehmen und als Hülfs- oder Beikiefer gebraucht werden. So vielgestaltig nach der Lebensweise und den Entwickelungsstufen der zahllosen hierher gehörigen Thierformen die Mundtheile zu sein scheinen, hat die vergleichende Anatomie doch ihren Zusammenhang erkannt und in den meisten Fällen ihre Uebergänge und Metamorphosen nachgewiesen. Leichter ist es, die für die drei Klassen im Allgemeinen eigenthümlichen Unterschiede zu bezeichnen, als die weiteren Metamorphosen überall zu begründen.

Als Norm ist anzunehmen, dass die Mundtheile der Arthropoden aus einer Reihe von vier Gliedern bestehen, von denen nur das erste die Oberlippe (*labrum*), als das die Reihe beginnende, immer unpaarig erscheint. Auf die Oberlippe folgen die Oberkiefer (*mandibulae*), hinter diesen zwei Paare Unterkiefer (*maxillae*). Das hintere Maxillenpaar erscheint jedoch häufig nicht getrennt, sondern zu einer Unterlippe (*labium*) verschmolzen, deren hinteren härteren Theil man Kinn

(*mentum*) nennt, und auf welchem häufig die Zunge befestigt ist. Alle drei Kieferpaare können mit Fressspitzen oder Tastern (*palpi*) versehen sein.

Wir finden in den einzelnen Klassen folgende Eigenthümlichkeiten.

Crustaceen. Am vollständigsten erhalten sich die Mundtheile in den höheren Ordnungen der *Malacostraca*, namentlich den Decapoden und Stomatopoden. Bei diesen ist auch die Zahl der Beikiefer (3 bei den Decapoden) am grössten, während bei den Amphipoden und Isopoden (*Gammarus*, *Oniscus*) nur ein Beikieferpaar vorhanden. Die Kiefern können ganz verschwinden, wie bei den Poecilopoden, wo sie durch die Hüftglieder der um den Mund gestellten fünf Fusspaare ersetzt werden. Bei anderen Entomostraceen, z. B. den Daphnien, fehlt das zweite Maxillenpaar und bei vielen Parasiten sind Ober- und Unterlippe zu einer Saugröhre verschmolzen, welche den styletförmigen, stechenden Maxillen zur Scheide dient (*Argulus*). Dabei können (bei *Caligus*) die vorderen Maxillen rudimentär sein. In anderen Fällen (*Ergasilus*, *Bopyrus*) sind sie und die Mandibeln völlig verschwunden, und die Mundtheile beschränken sich lediglich auf jenen Saugrüssel.

Spinnen. Die sogenannten Oberkiefer der Spinnen entsprechen nicht den gleichnamigen Mundtheilen der Crustaceen und Insekten, sondern sind die metamorphosirten Fühler, was unter Anderem der Ursprung ihrer Nerven aus dem Gehirn beweist. Von den Formen, welche die Fühlerkiefer annehmen, wollen wir nur die bei den Araneen (z. B. *Epeira diadema*) gewöhnliche anführen, wo sie aus einem starken Basalgliede und einem klauenförmigen, von einem Giftgange durchbohrten Endgliede bestehen. Häufig sind sie scheerenförmig, und diese Gestalt hat auch oft das erste Maxillenpaar angenommen. Das zweite Maxillenpaar gehört nie zu den Fressorganen,

sondern bildet das erste Fusspaar. In der Regel sind mit den Maxillen sehr entwickelte Palpen verbunden. Eine Oberlippe fehlt gewöhnlich, den unteren wulstigen Rand der Mundhöhle der Arachniden nennt man gewöhnlich Unterlippe, obwohl er der Unterlippe der Insekten nicht entspricht.

Die Mundtheile der Tardigraden, welche noch keinen bestimmten Platz im System haben und theils zu den Crustaceen, theils zu den Spinnen oder wohl auch zu den Würmern (mit den Räderthieren als *Systolides* verbunden) gestellt werden, würden sich den Mundtheilen der saugenden Arachniden anschliessen, obwohl schwerlich von einer wahren Metamorphose der Arachniden-Mundtheile in die Saugröhre mit dem stiletförmigen Zahngebilde der Tardigraden die Rede sein kann *).

Insekten. Bei den Insekten werden nie die Gliedmassen in eigentliche Beikiefer verwandelt, und nur in einzelnen Fällen versieht das zu Greif- oder Raubfüssen umgewandelte erste Fusspär (*Mantis*, *Nepa* u. a.) den Dienst von Hülfs-Fressorganen.

Die Insekten zerfallen nach ihren Mundtheilen in zwei, obwohl nicht streng geschiedene Abtheilungen, in kauende und saugende. Die Mundtheile der kauenden Insekten (*Coleoptera*, *Orthoptera*, *Hymenoptera*, *Neuropterea*) sind, wie bei den Crustaceen und Arachniden, diejenigen, aus deren Metamorphose die übrigen Vorkommnisse erklärt werden. Sie stimmen mit denen

---

*) Wir erinnern an die häufig zu machende Bemerkung, dass die Natur einzelne kleine, in sich abgeschlossene Thiergruppen zwar auch nach einem der allgemeinen Baupläne modelt, sich aber dabei in besonderen Eigenthümlichkeiten ergeht, welche ohne Analogieen sind. Davon geben die Tardigraden ein höchst lehrreiches Beispiel; als Andere zu solchen Betrachtungen geeignete Gruppen verdienen die Pycnogoniden, die Cyclostomen bezeichet zu werden.

der höheren, kauenden Crustaceen überein, jedoch tragen die Oberkiefer nie (dort sehr häufig) Taster und das Maxillenpaar ist zu einer Unterlippe verwachsen, deren Genesis bei den Orthoptern durch eine bleibende tiefe Spalte verrathen wird. Unterkiefer und Unterlippe sind mit Tastern versehen. Die Zunge ist gewöhnlich vor den übrigen Mundtheilen verdeckt.

In Saugwerkzeuge sind diese Mundtheile bei den Hemiptern, Lepidoptern, Diptern und Aptern umgewandelt, bei Verkümmerung einzelner Theile. Schon bei den Hymenoptern wird diese Umwandlung vorbereitet, indem unter den kräftig entwickelten Oberkiefern die untern Mundtheile sich zu Saugwerkzeugen gestalten. Der Schnabel (*rostrum*) der Hemiptern wird durch die, als mehrgliedrige gespaltene Scheide (*vagina*) mehrere Borsten (Oberkiefer, Unterkiefer und Zunge) einschliessende Unterlippe gebildet. Auch den häufig geknieten Rüssel (*proboscis*) der Diptern bildet die Unterlippe, und die übrigen Mundtheile erscheinen verkümmert als Borsten und Blättchen. Bei den Lepidoptern sind die Maxillen sehr entwickelt, indem sie als zwei sich aneinander legende lange Rinnen die Saugzunge (*lingua spiralis*) bilden, neben welcher namentlich die ziemlich starken, behaarten Lippentaster bemerklich sind.

Der Darmkanal.

Crustaceen. Der Darmkanal fast aller Crustaceen verläuft ziemlich geradlinig, oder macht nur geringe Biegungen und ist auch gewöhnlich ohne blindsackartige Anhänge. Die Aftermündung, die sich gewöhnlich am Schwanzende befindet, ist ausnahmsweise bei den Cirripedien, wegen des abweichenden Schalenbaues, am Ende einer langen, aus der Schale hervorgestreckten Röhre. Unter den verschiedenen, die Darmwandungen ausmachenden Schichten zeichnet sich die innere mehr wie bei den

Arachniden und Insecten durch ihren Chitingehalt aus, namentlich an den Enden. Sie nimmt an dem Häutungsprocesse Theil.

Am einfachsten, röhrenförmig, ist der Darmkanal bei mehreren Ordnungen der Entomostraceen, den Parasiten, Phyllopoden, auch einigen Lophyropoden (*Cyclops*), während er bei andern Lophyropoden (*Daphnia*) von der mitunter gespaltenen Speiseröhre nach vorn und oben steigt und sich dann nach hinten umbiegt. Bei den meisten übrigen Crustaceen folgt auf einen engeren geraden Oesophagus ein Magen, dessen Epithelium sich gewöhnlich durch Haar- und Borstenbildung, sowie durch die Bildung von knorpeligen und hornigen Leisten und Zähnen auszeichnet. Am meisten ist diess bei den Decapoden der Fall, deren hinter der Stirn liegender Magen in einen vordern blasenförmigen und einen hinteren, in den Pylorus übergehenden, pyramidenförmigen Theil zerfällt. In diesem hinteren Theile befindet sich ein sehr eigenthümliches Gerüst, an dem sich mehrere Platten und Balken, ein mittlerer, unpaariger, zweizinkiger Zahn, der in das Innere der Magenhöhle von oben hineinragt, und zwei seitliche Zahnleisten unterscheiden lassen. Obgleich das Gerüst durch einige von Aussen sich an dasselbe setzende Muskeln bewegt werden kann, scheint es doch nicht zum eigentlichen Kauen benutzt werden zu können. Zur Zeit des Schalenwechsels (Juli, August) wechselt auch das Gerüst. Während von der äusseren Schleimhaut des Magens über dem alten Gerüst das neue ausgeschieden wird, wird jenes theilweise aufgelöst und fällt zusammen.

Spinnen. Der Darmkanal der Taranteln und Scorpione ist eine einfache, ungefähr gleich weite Röhre und unterscheidet sich dadurch von dem Darmkanal der übrigen Arachniden, bei denen er bald (Tardigraden) weit und unregelmässig eingeschnürt ist, bald

regelmässige, magenartige Erweiterungen und kurze und lange Blindsäcke zeigt und gewöhnlich in einen kurzen verengerten Mastdarm übergeht. Durch ungewöhnlich lange Blindsäcke sind die Pycnogoniden und *Galeodes* ausgezeichnet, wo sie sich bis in die Kieferhöhlen, Taster und Beine erstrecken. Der im Cephalothrax der Araneen befindliche Magen ist ringförmig, und durch seine Oeffnung tritt vom Rücken ein mit dem, diesen Spinnen eigenthümlichen Saugapparate sich verbindender Muskel.

Insekten. Am Verdauungskanal der Insekten, dessen Wände im Allgemeinen aus drei Schichten, einer äusseren Peritoneal-, einer mittleren Muskel- und einer inneren, homogenen Epithelialschicht bestehen, lassen sich meist verschiedene Abtheilungen unterscheiden, die verschiedenen Functionen vorstehen und nach der Art der Nahrungsmittel sich mehr oder minder entfaltet haben. Gewöhnlich ist der Darmkanal der pflanzenfressenden Insekten zusammengesetzter als der von animalischen, einer geringeren Assimilation bedürftigen Stoffen lebenden. Der längere oder kürzere Schlund, der mit der Gefrässigkeit in gleichem Verhältnisse zu stehen pflegt, führt in der Regel in einen Kropf (*ingluvies*), hinter welchem sich häufig, namentlich bei den Coleoptern und Neuroptern ein an der Innenfläche mit borsten- und leistenartigen Erhabenheiten besetzter Kaumagen (*proventriculus*) befindet. Bei den saugenden Insekten sehen wir statt der genannten Erweiterungen mit dem Oesophagus einen blasenförmigen, gestielten, dünnwandigen Saugmagen zusammenhängen. Die folgende Abtheilung, der eigentliche Magen, Chylusmagen (*ventriculus*) ist die wichtigste, indem hier vorzugsweise die Verdauung vor sich geht. Dieser Chylus bereitende Abschnitt entspricht also nicht nur dem Magen, sondern zugleich auch dem Dünndarm der höheren Wirbelthiere, und diejenige Abtheilung des Darmkanals der Insekten,

welche Dünndarm genannt wird, hat mit der Verdauung wenig oder nichts zu thun. Sie beginnt am Pylorus des *ventriculus*, wo die sogenannten Malpighischen Gefässe münden. In dem weiteren Verlaufe unterscheidet man einen Dickdarm und den gewöhnlich kurzen Mastdarm.

Am wenigsten entwickelt ist dieser Verdauungskanal bei den Imagines derjenigen Insekten, welche wenige oder keine Nahrung zu sich nehmen, z. B. den Ephemeriden.

Bei den Larven der Insekten mit unvollkommener Verwandlung und der Coleoptern weicht der Darmkanal weniger von dem des vollkommenen Insektes ab als bei den Larven der übrigen Insekten mit vollkommener Verwandlung. Bei letzteren ist an dem geraden Darmkanale namentlich der Chylusmagen ausgedehnt.

5. Der Verdauungsapparat der Mollusken.

Acephalen. Die Mundöffnung der Acephalen liegt gewöhnlich sehr verborgen, und die fein zertheilten Nahrungsstoffe werden ihr durch Flimmerbewegung zugeführt. Die Mundhöhle ist nie mit Kauwerkzeugen versehen, und der mit oder ohne eine wenig ausgezeichnete Magenerweiterung verlaufende Darm mündet in der Regel in die Leibes- oder Mantelhöhle, von wo die Excremente wiederum durch Flimmerung nach aussen geschafft werden.

Der in einen Knäuel gewundene Verdauungskanal der Salpen bildet den durch seine Färbung hervorstechenden sogenannten *nucleus*. Ein Paar Falten in der Bauchwand der Kiemenhöhle bilden eine Rinne bis zu der von Lippen umgebenen Mundöffnung, welche unmittelbar in den Darmkanal führt. Dieser ist ohne Magen und öffnet sich nicht weit vom Munde wieder in die Kiemenhöhle. Auch bei den meisten Ascidien findet sich

in der grossen Respirationshöhle, in deren Grunde die Mundöffnung liegt, eine ähnliche Rinne. Auf einen kurzen, weiten Schlund folgt ein, starke Längsfalten zeigender Magen. Der Darm ragt hinter dem Magen etwas in die Leibeshöhle hinab, biegt dann wieder nach oben und die, wie die Athemöffnung, mit Tentakeln umgebene Afteröffnung liegt in der Nähe von jener.

Die Mundöffnung der Brachiopoden befindet sich zwischen den Armen. Nur bei *Terebratula* ist hinter einem längeren Oesophagus ein Magen, den man sonst an dem längeren oder kürzeren, in die Mantelhöhle mündenden Darmkanale nicht unterscheiden kann.

Der sehr entwickelte Verdauungskanal der Lamellibranchien bildet mit den übrigen Eingeweiden des Abdomens ein schwer zu trennendes Convolut. Die Mundöffnung liegt tief in der Mantelhöhle, umgeben von zwei Paar lappenartigen Tentakeln. Eine Speiseröhre ist entweder gar nicht vorhanden oder nur sehr kurz, der Magen ziemlich gross. Der aus diesem hervorgehende Darm macht gewöhnlich einige Windungen und erscheint als Mastdarm an der Rückenseite des Abdomens in der Schlossgegend, wo er das Herz durchbohrt. Nach einem kurzen Verlauf mündet dieser mit einem mit zahlreichen Gefühlspapillen besetzten Anus. Bei nicht wenigen Blattkiemern (*Cardium*, *Venus*, *Solen* u. a.) entspringt hinter dem Magen ein Blinddarm, welcher einen krystallhellen, knorpeligen Stiel enthält, dessen Function unbekannt ist.

Cephalophoren. Die Mundöffnung der Cephalophoren ist von wulstigen, fleischigen Lippen umgeben, welche häufig, namentlich bei den Kammkiemern, in einen langen, ein- und ausstülpbaren Rüssel verwandelt sind. Die Mundhöhle, deren dicke Wandungen einen sehr muskulösen Schlundkopf bilden, trägt inwendig sehr allgemein harte Kauwerkzeuge, die Kiefern und

die Zunge. Sind die Kiefern paarig, so liegen sie als zwei mit einer Schneide versehene Platten rechts und links hinter dem Eingang der Mundhöhle, ist ein unpaariger Kiefer vorhanden (sehr entwickelt bei den *Helices* und *Limaces*), so liegt er als halbmondförmige gezähnelte Platte über dem Eingang der Mundhöhle. Am Boden der Mundhöhle liegt ein längerer oder kürzerer Fleischwulst, die Zunge, welche sich durch ihre höchst zierliche und regelmässige Bewaffnung, bestehend in Zähnen, Haken und Platten, auszeichnet. Der Mittelstreif (*rhachis*) der Zunge ist in der Regel mit einer Reihe mehrzackiger Zähne, die Seiten (*pleurae*) mit einem, mehreren oder vielen Reihen Haken besetzt, und diese sind häufig noch von mehreren Plattenreihen umgeben, Alles in so constanten Formen, dass man die Zunge in neuerer Zeit als eins der sichersten Artmerkmale erkannt und sie auch zu weiteren systematischen Eintheilungen benutzt hat. Man braucht zu diesem Zweck meist nur eine einzige Querreihe zu kennen. Als besonders lang verdient die Zunge von *Patella* genannt zu werden. Die Zunge wirkt ungefähr wie eine Feile oder ein Reibeisen, wobei zugleich die vielen rückwärts gerichteten Spitzen die Speisen einführen.

An dem hinter dem Schlundkopf beginnenden Darmkanal kann man sehr allgemein drei Abtheilungen unterscheiden, Speiseröhre, Magen und Darm. Die längere oder kürzere Speiseröhre geht nicht selten vor dem Magen in einen Kropf über (z. B. bei *Lymnaeus*, *Planorbis*). In dem verschieden geformten Magen, der aus drei Abtheilungen bestehen kann, bildet oft der innere Epithelialüberzug knorpelige Platten (z. B. im zweiten Magen von *Aplysia*) oder hornige Haken (z. B. im dritten Magen von *Aplysia*). Der Darm, der mit Speiseröhre und Magen gewöhnlich mehrere Male länger ist als der Körper, macht mehrere Windungen und mündet

bei den meisten Cephalophoren vorn an der rechten Seite, neben der Athemöffnung, seltner am Hinterende. Sehr abweichend verhalten sich die *Apneusta* Köll., indem bei ihnen hinter der Magenanschwellung sich viele Blindsäcke befinden, welche bei denjenigen Arten, die äussere Anhänge haben, in diese sich hineinbegeben.

Cephalopoden. Auch bei ihnen liegt hinter der von mehreren kreisförmigen Lippen umgebenen Mundöffnung ein sehr muskulöser, bewaffneter Schlundkopf; die Kauwerkzeuge bestehen gleichfalls aus Kiefern und Zunge. Erstere bewegen sich vertical und sind sehr passend ihrer Form nach mit einem Papageischnabel verglichen worden. Die Zunge zeigt auf dem hinteren Theile der Oberfläche den nämlichen Zahn- und Hakenbesatz wie bei den Cephalophoren, vorn ist sie mit Geschmackspapillen besetzt. Der enge Oesophagus bildet bei einigen Familien, namentlich bei den Nautilinen, einen Kropf und geht dann in den Magen über. Dieser ist einfach und erscheint als sackförmige Ausbuchtung, indem Cardia und Pylorus nahe bei einander liegen. Hinter dem Pylorus findet sich ein häufig spiraliger Blinddarm; der kurze Darm steigt aus der Bauchhöhle wieder in die Höhe und öffnet sich in den Trichter.

6. Der Verdauungsapparat der Wirbelthiere.

Das Gebiss.

Bei weitem nicht alle Wirbelthiere haben Knochenzähne zum Ergreifen, Festhalten und Zerkleinern der Nahrung. Viele (unter den Fischen z. B. *Accipenser*, die *Lophobranchii*, unter den Amphibien *Pipa*) haben keine harten Mundtheile; bei andern werden die eigentlichen Zähne durch Hornzähne und andere hornige Gebilde vertreten. Dergleichen Hornzähne finden sich in geringer Anzahl bei den Cyclostomen, und auch ein Säuge-

thier, *Ornithorhynchus*, besitzt nur sie. Die Chelonier verhalten sich wie die Vögel: ihre Kiefern sind mit Hornscheiden überzogen, welche nach Verhältniss der Nahrung und Lebensweise mit schärferen oder stumpferen Kanten oder mit zahnartigen Fortsätzen oder Kerben versehen sein können. Bei den Wallfischen, deren Fötus jedoch immer wirkliche Knochenzähne haben, sind die zahlreichen, im Oberkiefer befindlichen, parallelen Hornplatten unter dem Namen der Barten bekannt.

Die aus festerer Knochensubstanz bestehenden, mitunter von einer besonderen Schmelzschicht überzogenen Zähne der Fische zeigen eine ungemeine Mannigfaltigkeit der Form und Grösse, die jedoch mehr von zoologischem Interesse ist. Ebenso verhält es sich mit der Befestigung, indem die Zähne bald nur an der Oberfläche der Schleimhaut sitzen, bald mit Knochen unbeweglich, seltner beweglich verbunden sind.

Die Zähne der Amphibien zeigen allgemeiner als die der Fische einen Schmelzüberzug, wiederholen aber jene fast in der Mannigfaltigkeit der Form. Es finden sich namentlich zwei Befestigungsweisen: entweder sind die Zähne nur mit ihrer äusseren Wurzelfläche an den inneren Alveolarrand gewachsen *(d. adnati)* oder sie sind eingewachsen *(d. innati)*. Die zwei im Oberkiefer der ächten Giftschlangen befindlichen langen und spitzen Giftzähne sind von einem Kanale durchbohrt, der sich von der Wurzel bis etwas vor die Spitze erstreckt. Der Kanal ist ursprünglich als Furche da, deren Ränder sich später schliessen. Die *Suspecti* haben nur Furchenzähne. In die Kategorie der Zahnbildungen gehört auch die eigenthümliche Bewaffnung des Zwischenkiefers bei den reifen Schlangen- und Eidechsenembryonen, welche mit ihrer Basis an den Unterrand des Zwischenkiefers befestigt ist und, sich nach unten und vorn biegend, aus

dem Munde hervorragt. Dieser Zahn dient wahrscheinlich zum Zerbrechen der Eischale.

Die Zähne der Säugethiere zerfallen ihrer Form und Stellung nach in Schneide-, Eck- und Backzähne; wichtiger sind die von der Art der Zusammensetzung der verschiedenen in sie eingehenden Substanzen hergenommenen Benennungen. So heissen die Zähne einfach *(d. simplices)*, wenn die Zahnhöhle einfach von dem Zahn- oder Elfenbein umschlossen, und die Krone auch nur von einer ununterbrochenen Schmelzschicht bedeckt ist. Schmelzfaltig werden die Zähne *(d. complicati)*, wenn der Schmelz mehr oder weniger in die Zahnsubstanz eindringende Falten bildet, und zusammengesetzt *(d. compositi)*, wenn mehrere aus Zahnsubstanz und Schmelzüberzug bestehende und einfachen Zähnen vergleichbare Stücke durch eine weichere Kittsubstanz, das Cement, mit einander verbunden sind. Manche Zähne wachsen, indem sie von oben abgerieben und abgenutzt werden, zeitlebens von unten nach; dahin gehören die Hauer der Schweine, Stosszähne der Elephanten, die Schneidezähne der Nager.

Die Zahl der Knochen, welche Zähne tragen, ist bei den Säugethieren am meisten beschränkt, am ausgedehntesten bei den Fischen. Zur bequemeren Uebersicht mag folgende allgemeine Zusammenstellung dienen:

Zwischenkiefer. Säugethiere. Crokodile. Saurier. Fische. *(Esox. Salmo. Labrus* u. a.)

Oberkiefer. Säugethiere. Amphibien. Fische (viele *Salmones*, *Sudis* u. a.).

Unterkiefer. Säugethiere. Amphibien (mit Ausnahme der meisten ungeschwänzten Batrachier). Fische (viele *Salmones*, *Silurini* und *Pleuronectae*. *Esox* u. a.).

Gaumenknochen. Ophidier. Saurier. Batrachier. Fische (mehrere *Salmones*, *Erythrinus*, *Sudis*, *Esox*, *Bagrus* u. a.).

Pflugscharbein. Batrachier. Fische (*Salmo*, *Heterobranchus*, *Rhombus* u. a.).

Keilbeinkörper. *Salamandra glutinosa.* Fische (*Sudis, Notopterus, Osteoglossum*).
Zungenbein. Fische (*Esox, Salmo* u. a.).
Kiemenbogen. Fische (*Esox*).
Obere und untere Schlundknochen. Viele Fische.

Der Darmkanal.

Den einfachsten Darmkanal hat *Branchiostoma lumbricum;* der vordere etwas erweiterte Theil, in den sich die Kiemenhöhle öffnet und von dem ein nach vorn sich wendender Blindsack abgeht, kann als Magen betrachtet werden, und dieser geht in einen schwach gekrümmten kurzen Darm über. *Branchiostoma* ist das einzige Wirbelthier, dessen Darmkanal in seinem ganzen Verlauf mit Flimmerepithelium versehen. Bei den übrigen Fischen findet sich fast immer ein Magen, zu welchem sich die Speiseröhre allmälig erweitert. Mit der Speiseröhre steht häufig (*Physostomi*) die Schwimmblase durch einen Luftgang in Verbindung. Ein anderer, von der Speiseröhre ausgehender Sack dient mehreren der *Gymnodontes* zum Aufblähen des Körpers. Am Magen lassen sich meist zwei Abtheilungen unterscheiden, eine vordere *pars cardiaca*, und eine, häufig dünndarmähnliche *pars pylorica*, welche mit jener einen oft spitzen Winkel bildet, und hinter deren Uebergangsstelle in die dem Dünndarm und Dickdarm entsprechende Abtheilung (Mitteldarm) die Mündung der *appendices pyloricae* sich befindet. Der Mitteldarm geht in einen kurzen, in der Regel geraden Mastdarm über.

Von den Veränderungen, welche die Häute des Darmkanals erleiden, sind die der Schleimhaut am beträchtlichsten und wichtigsten. Sie beziehen sich namentlich auf die Flächenvergrösserung, theils durch Längsfalten, theils durch Querfalten und Zotten, theils auch durch die Bildung der sogenannten Spiralklappe, welche sich

im Mitteldarme der Cyclostomen, Plagiostomen, Störe und einiger anderen Fische findet. Die gewöhnlichste Form derselben ist die einer Wendeltreppe, seltener ist sie in gerader Linie befestigt und eingerollt. Die Afteröffnung der Fische liegt vor der Harn- und Geschlechtsöffnung.

Amphibien. Trotz der so vielfachen sonstigen Körperverschiedenheiten zeigt der Darmkanal der Amphibien im Allgemeinen eine übereinstimmende Anordnung, welche sich an die Fische anschliesst. Die gewöhnlich weite Speiseröhre, die, wie der Magen, aber in geringerer Menge, Längsfalten der Schleimhaut besitzt, trägt bei den Seeschildkröten lange zahnartige Epithelialpapillen. Bei den Ophidiern findet ein unmerklicher Uebergang in den Magen statt, und auch bei den übrigen Amphibien übertrifft dieser in der Regel nur wenig die Speiseröhre an Ausdehnung. Häufig ist der Pförtnertheil durch eine Klappe oder Schleimhautfalte vom Darme geschieden. An diesem nimmt man zwei Abtheilungen wahr, den Mitteldarm und Afterdarm. Die Flächenvergrösserung des Mitteldarmes wird durch Falten und Zotten hervorgebracht, durch deren stärkere Entwickelung er sich vor dem Afterdarme auszeichnet, von dem er auch oft durch einen Wulst oder eine Klappe geschieden ist. Nicht selten findet sich am Anfange des Afterdarmes ein kurzer Blindsack.

Vögel. Der Darmkanal der Vögel zeigt mannigfache Verschiedenheiten. In vielen Fällen findet sich eine sackförmige, selten (Tauben) doppelte Erweiterung der Speiseröhre, der Kropf, in welchem die Speisen, ehe sie in den Magen kommen, erweicht werden. Er fehlt z. B. den meisten Passerinen und Schwimmvögeln. Der Magen ist bei allen (ausser bei *Euphone*, aus der Familie der *Tanagridae*) doppelt, ein Vor- oder Drüsenmagen und ein Muskelmagen. Das Grössenverhältniss

dieser beiden Abtheilungen ist kein bestimmtes; bei *Procellaria* übertrifft der Drüsenmagen den Muskelmagen am meisten. Die Lage und Anordnung der Drüsen ist gleichfalls sehr wechselnd. Der Muskelmagen, dessen Cardia und Pylorus immer sehr nahe bei einander liegen, ist besonders bei den Körnerfressern durch die Stärke seiner beiden scheibenförmigen Muskelwände ausgezeichnet, bei sehr geringer Weite. Bei den fleischfressenden Vögeln ist er dünnhäutig. Eine Ausbuchtung vor der *portio pylorica*, die sich in einigen Fällen, am deutlichsten bei *Ardea* findet, kann als dritter Magen angesehen werden. Der Darm zerfällt immer in Dünndarm und Dickdarm. Der Dünndarm bildet mit einem aufsteigenden und einem absteigenden Aste eine Schlinge, in welcher das Pancreas liegt; bei *Procellaria glacialis* sind ausnahmsweise acht solcher Schlingen vorhanden. Die Anfangsstelle des viel kürzeren und nur wenig weiteren Dickdarmes wird gewöhnlich durch die Insertion zweier Blinddärme, seltner eines bezeichnet. Die Blinddärme fehlen den meisten *Picariae* u. a. Bei vielen Vögeln bleibt an der früheren Einmündungsstelle des Dotterganges in den Dünndarm ein kleines Divertikel. Der Dickdarm ist gewöhnlich kurz und mündet in die Kloake.

Säugethiere. Die grossen Variationen, welche der Verdauungskanal der Säugethiere darbietet, richten sich meist nach der verschiedenen Nahrung und sind daher weniger wesentlich für die Speiseröhre, als namentlich für den Magen und für den Darm. Diese Theile haben im Allgemeinen eine viel beträchtlichere Zusammensetzung, der Darm eine auffallend grössere Länge bei den Frugivoren, als bei den Carnivoren. So haben die Fleischfresser (mit Ausnahme der Delphine) viele Nager, Edentaten, Beutelthiere u. a. einen einfachen Magen. An der Cardia des einfachen Magens der Pferde findet sich eine den Zurücktritt der Speisen verhindernde Klappe.

Ein Beispiel eines durch eine Einschnürung in eine drüsige *pars cardiaca* und eine mehr muskulöse *pars pylorica* getheilten Magens zeigt *Myoxus*, und weitere Abweichungen werden durch das Auftreten von blinddarmartigen oder taschenartigen Ausstülpungen zwischen Cardial- und Pylorusabtheilung hervorgebracht (z. B. bei *Manatus*, *Dicotyles torquatus* u. a.). Noch mehr Magenabtheilungen haben die ächten Cetaceen, Abtheilungen, die sich jedoch ziemlich gleich verhalten und sich dadurch wesentlich von den mehreren Magen der Wiederkäuer unterscheiden. Die meisten Wiederkäuer haben vier Magen, *Camelus*, *Auchenia* und *Moschus* drei. Die Speiseröhre öffnet sich sowohl in den weiten Pansen (*rumen*), wohin die Nahrung zuerst gelangt, als vermittelst einer aus zwei Falten gebildeten Schlundrinne (die sich übrigens auch bei mehreren Nagern, *Lemmus*, *Hypudaeus arvalis*, *Mus amphibius*, findet) in den zweiten, den Netzmagen (*reticulum*, *ollula*). Die durch den Netzmagen und die Schlundrinne zum Wiederkäuen in den Mund gebrachte Nahrung wird zum zweiten Male durch die ganz geschlossene Schlundrinne sogleich in den dritten Magen, das Buch, Psalter (*omasus*) geführt. Der vierte, mit dem Buch in Verbindung stehende, ist der Lab- oder Käsemagen (*abomasus*). Im ersten Magen bildet die Schleimhaut kleine Zotten und Papillen, im zweiten netzförmige Hervorragungen, im dritten Erhebungen in Blätterform, unregelmässige Falten besitzt die zartere Schleimhaut des *abomasus*. Auch die oben erwähnten Nager mit Schlundrinne, das Känguruh und die Faulthiere, käuen wieder.

Der übrige Darmkanal zerfällt in Dünndarm und Dickdarm. Der Anfang des letzteren wird häufig durch einen, bei vielen Nagern bedeutend langen Blinddarm bezeichnet. After und Geschlechtsmündung sind getrennt. Nur die Monotremen besitzen eine wahre Kloake.

Zweites Kapitel.

Die absondernden Nebenorgane des Speisekanals.

Da immer die einzelnen durch die *tunica propria* zu den *folliculi*, *acini* und *tubuli* der Drüsen verbundenen Epithelialzellen als die eigentlichen selbständigen Werkstätten der Secretion anzusehen sind, wie die Pflanzenzelle für sich aufnimmt, assimilirt und secernirt, kann es nicht Wunder nehmen, wenn wir bei vielen wirbellosen Thieren die secernirenden Zellen noch nicht in Drüsensysteme mit besonderen Ausführungskanälen vereinigt, sondern, unregelmässig zerstreut oder zu bestimmten Schichten geordnet, unmittelbar an und in den Wänden derjenigen Organe finden, in welche das Secret, sei es durch Diffussion, sei es durch Dehiscens gelangen soll. Die vergleichende Anatomie kann diesen Satz auch umkehren; weil bei vielen wirbellosen Thieren sich statt der eigentlichen Drüsen nur einzelne absondernde Zellen finden, schliessen wir, dass auch in den Drüsen die Epithelialzellen das Wesentliche sind. Diese Bemerkungen gelten namentlich von den Leberorganen.

I. Die Speicheldrüsen.

1. Die Speicheldrüsen der Würmer.

Schon bei einem Strudelwurme (*Dinophilus vorticoides Schm.*) sind Spuren von Speicheldrüsen beobachtet, zwei Bündel langgestielter Zellen, welche sich an der Verengerung des Schlundkopfes inseriren. Ob die blindschlauchartigen Organe, die neben dem Schlunde mancher Eingeweidewürmer, namentlich der Nematoden verlaufen und in den Mund einmünden, Speichelorganen analog sind, mag dahin gestellt bleiben.

Sehr regelmässig trifft man am Anfange des Darms

der Räderthiere zwei oder mehrere, aus einer dicken Zellenschicht bestehende drüsige Organe von verschiedener Gestalt (kugelförmig, nierenförmig, länglich u. s. f.), welche wahrscheinlich zu einer Speichelabsonderung dienen, und die man auch mit dem *pancreas* der Wirbelthiere vergleichen kann.

Unter den Ringelwürmern sind die Speichelorgane ziemlich verbreitet; diess sind theils weniger distincte zellige Drüsenmassen, welche den Schlund und den Anfang des Darmkanals umgeben und eine weissliche oder gelbliche Flüssigkeit absondern (*Lumbricus*, Naiden, *Amphicora* u. a.), theils sind es zwei bestimmt hervortretende Drüsen mit besonderen Ausführungsgängen in den Anfang des Darmkanals (z. B. bei *Nereis, Arenicola*).

2. Die Speicheldrüsen der Arthropoden.

Den Crustaceen fehlen die Speichelorgane fast allgemein; nur bei den Cirripedien findet sich ein Paar in den Magen mündender Drüsen, und mit noch mehr Gewissheit sind zwei oder mehrere sich in die Mundhöhle öffnende Drüsen der Myriopoden für Speichelorgane zu halten.

Sehr verbreitet sind die Speicheldrüsen aber bei den Spinnen und Insekten. Bei den Spinnen (selbst bei den Tardigraden) ist gewöhnlich ein Paar vorhanden, dessen Ausführungsgänge in die Mundhöhle oder auch (bei den Skorpionen) in den Schlund gehen. Die Insekten haben häufig zwei oder auch drei Paare, die längere oder kürzere Gefässe darstellen oder auch durch ihre Trauben- und Büschelform an die conglomerirten Drüsen der höheren Thiere erinnern. An dem eigentlich ausscheidenden Theile erkennt man gewöhnlich eine *tunica intima*, eine Zellenschicht und eine diese umfassende *tunica propria*, während diese Häute in den Ausführungsgängen eine fe-

stere, hornartige Beschaffenheit angenommen haben, und die *tunica intima* oft Spiralbildungen zeigt nach Art der Tracheen. Seltner, wie diess am oberen, unter der Stirn liegenden Paare von *Formica rufa* der Fall ist, besteht die Drüse aus einzelnen grossen Zellen, deren jede ihr Secret durch einen feinen, von der, die Zelle einschliessenden *tunica propria* gebildeten Kanal nach einem kurzen gemeinschaftlichen Ausführungsgang leiten lässt. Die unter der Zunge mündenden unteren Speicheldrüsen desselben Insekts bestehen aus büschelförmig vereinigten Follikeln, und noch viele andere Hymenoptern, unter ihnen z. B. *Apis*, zeigen ähnlich zusammengesetzte trauben- oder büschelförmige Drüsen. Eine andere, namentlich unter den Wanzen sehr verbreitete Form ist die Lappenform. Die hintere Drüse besteht aus einem, häufig noch gefingerten Hauptlappen, mit welchem oft ein kleinerer verbunden ist. Diese Drüse hat zwei Ausführungsgänge von gewöhnlich ungleicher Länge. Sehr häufig stellen diese Drüsen aber nur fadenförmige Schläuche dar, die namentlich bei den Larven zu den Seiten des Darmkanals sich weit in die Leibeshöhle hinein erstrecken. Sie finden sich in einigen Ordnungen, bei den Aptern, Diptern, Lepidoptern und vielen Käfern fast ausschliesslich.

3. Die Speicheldrüsen der Mollusken.

Unter den Mollusken haben die Cephalophoren und Cephalopoden allgemein sehr entwickelte Speichelorgane. Bei den Cephalophoren ist gewöhnlich nur ein Paar vorhanden, zwei auf dem Magen und dem Oesophagus aufliegende lappige Drüsen von gelblicher oder weisslicher Farbe, deren Ausführungsgänge neben dem Schlunde verlaufen und, ohne sich zu vereinigen, neben der Zunge in die Mundhöhle einmünden.

Bei den Cephalopoden findet sich in der Regel ein oberes und ein unteres Paar Speicheldrüsen. Das obere

liegt unmittelbar am hinteren Theile des Schlundkopfes und hat daher sehr kurze Ausführungsgänge. Das untere liegt hinter dem Kopfknorpel, zeigt eine bald gelappte (Loligo), bald glatte Oberfläche (*Octopus* u. a.), und der aus der Vereinigung der beiden Ausführungsgänge entstandene Kanal geht mit dem Schlunde durch die Oeffnung des Kopfknorpels, um den Grund des Schlundkopfes zu durchbohren.

4. Die Speicheldrüsen der Wirbelthiere.

Den Fischen, den nackten und vielen beschuppten Amphibien (Krokodilen, vielen Cheloniern und Sauriern) fehlen die Speicheldrüsen. Sehr allgemein kommen sie den Ophidiern zu, wo sich eine, bei den ächten Giftschlangen rudimentäre oder verschwindende Oberkieferdrüse am Rande des Oberkiefers und eine grössere Unterkieferdrüse an der Aussenseite des Unterkiefers findet. Bei ihnen, vielen Sauriern und den Landschildkröten wird auch eine *glandula sublingualis* durch viele einfache Drüsenschläuche mit besonderen Ausführungsgängen gebildet.

Bei den Vögeln kommen in der Regel vier Paar Speicheldrüsen vor. Die eine (Zungendrüse Meck., *folliculi linguales* Aut.) wird durch eine Reihe einfacher Blindsäcke gebildet, welche sich einzeln längs der Seitenflächen der Zunge öffnen. Ein zweites Paar (vordere Hälfte der Unterkieferdrüse Meck., *glandulae submaxillares* Aut.) befindet sich vorn zwischen den beiden Unterkieferästen, zwischen der äusseren Haut und der Mundhaut. Sie ist eine zusammengesetzte Drüse mit mehreren Ausführungsgängen, die sich vor der Zunge öffnen. Hinter ihnen sind auch gewöhnlich die einfachen Mündungen des dritten Paares (hintere Hälfte der Unterkieferdrüse Meck., *glandulae sublinguales* Aut.), das gewöhnlich kleiner ist und weiter

nach hinten, an den Zungenbeinhörnern liegt. Sehr allgemein ist ferner die Ohrspeicheldrüse da (Mundwinkeldrüse Meck., *parotides* Aut.), am Mundwinkel oder hinter dem Jochbogen, gewöhnlich mit einem Ausführungsgange. Ausserdem sind wohl häufig vorkommende einfache Drüsenfollikel an der Zungenwurzel hierher zu rechnen, während zahlreiche Drüsenhöhlen neben der Mündung der Eustachischen Röhre hinter den Choanen den Schleim absondernden Tonsillen der Säugethiere entsprechen. Diese sind besonders bei den Raubvögeln ausgebildet.

Bei den Säugethieren finden sich gewöhnlich die bei den Menschen vorkommenden Speicheldrüsen, nämlich die *gl. parotis* und *submaxillaris* jederseits mit einem, und die *sublingualis* mit zahlreichen Ausführungsgängen. Nur den ächten Cetaceen fehlen sie ganz. Auch die Schleimdrüsen an den Lippen, Backen und Gaumen, sowie die Tonsillen sind sehr allgemein verbreitet.

II. Die Leber.

1. Die Leber der Strahlthiere.

Bei vielen Polypen lässt sich in den Wandungen des Verdauungskanals eine eigenthümliche Schicht sich durch ihre braune, gelbe oder grüne Färbung auszeichnender Leberzellen nachweisen, so an dem Magensacke vieler Anthozoen, am Magen und Darm der Bryozoen.

Trotz der erstaunenswerthen Verdauungskraft der Acalephen hat man bei ihnen doch keinerlei Leberorgane bemerkt; und auch bei den meisten Echinodermen sind bisher weder Leberzellenschichten noch gesonderte Lebern entdekt. Nur an den Darmwandungen von *Echinus* findet sich die Schicht in ähnlicher Weise, wie

bei den Polypen, und bei den Asteroiden sind wohl ohne Zweifel die von dem Magensacke in die Arme sich erstreckenden Blindsäcke als Leber zu betrachten. Die traubenförmigen, eine gelbliche Flüssigkeit absondernden Follikel vereinigen sich in jedem Arme zu zwei Kanälen, und diese zehn Kanäle münden entweder einzeln oder die je zwei desselben Armes zusammen in den Magensack. Ganz ähnliche Interradialblinddärme finden sich ausserdem bei den mit einem After versehenen Seesternen, die man auch als Gallenorgane zu deuten versucht wäre, wenn nicht ihre Einmündungsstelle hinter dem chylopoetischen Theile des Darmkanals dagegen spräche.

2. Die Leber der Würmer.

Bei den Würmern findet sich keine, als gesondertes Organ bestehende Leber. Eine Schicht eng mit den Darmwandungen verbundener Zellen scheint bei den Nematoden, auch mehreren Räderthieren sich wie die Leberzellenschicht der Radiaten zu verhalten. Bei den Ringelwürmern aber hat sich das den Darmkanal und häufig auch das Rückengefäss umfassende Lebergewebe oft schon zu Follikeln und Drüsensäckchen mit eigenen Ausführungsgängen formirt; auch hier erkennt man es an der gelblichen, braunen oder braungrünen Farbe. Vielleicht haben auch die zahlreichen, vom Darmkanal der *Aphroditeae* abgehenden, zum Theil verzweigten Blinddärme die Bedeutung von leberartigen Absonderungsorganen.

3. Die Leber der Arthropoden.

Bei den meisten Arthropoden, welche keine von dem Darmkanal gesonderten Gallenorgane besitzen, müssen wir vermuthen, dass die Epithelialzellenschicht des chylopoetischen Theiles des Darmkanals einen gallenartigen Saft secernirt, und diess um so mehr, wo sich, wie bei

den meisten niederen Crustaceen, schon kleinere Drüsenfollikel oder, bei den Cirripedien, bei *Daphia*, vielen Insekten, längere blindsackartige Ausstülpungen formirt haben. Aber erst wo diese Blindsäcke sich mehr isoliren, werden sie zu einer wirklichen Drüse, wie sie sich unter den Crustaceen weniger vollständig bei den Isopoden, Laemodipoden, Amphipoden u. a., sehr vollständig aber bei den meisten Decapoden entwickelt hat. Als Beispiel mag *Astacus fluviatilis* dienen. Hier besteht das paarige Organ jederseits aus drei Lappen, und jede Hälfte mündet mit einem Ausführungsgang hinter dem Pförtner des Kaumagens in den Darmkanal. Die Lappen werden wieder durch längliche, fingerförmig verbundene Follikel gebildet; die nähern Bestandtheile der Follikel sind eine *tunica propria*, die an ihr befestigte secernirende Zellenschicht und eine den Follikel locker von innen auskleidende *tunica intima*, durch welche die Galle durch Diffusion dringt.

Bei den Araneen und Scorpioniden scheint die von vielen Naturforschern „Fettkörper“ genannte bräunliche Masse, welche durch mehrere Ausführungskanäle mit dem Darm in Verbindung steht, die Leber zu seyn. Von diesem Fettkörper ist das bei den Insektenlarven sich ansammelnde *corpus adiposum* ganz verschieden, welches, aus wirklichen Fettzellen gebildet, zum Verbrauch während des ruhenden Puppenlebens verwendet wird.

4. Die Leber der Mollusken.

Ausser bei den meisten Tunikaten und mehreren Pteropoden (*Clio*, *Pneumodermon*), deren Magen- und Darmwände mit einzelnen Leberfollikeln belegt sind, und bei vielen Apneusten (*Aeolis*, *Eolidina* u. a.), deren viele, sich häufig in die Rückenanhängsel erstreckende Blindsäcke die Leberzellen in sich aufgenommen, findet sich bei den Mollusken ganz allgemein eine ge-

sonderte Leber. Sie wird gebildet durch längere oder kürzere Follikel, welche wiederum aus einer *tunica propria* und der secernirenden (bei *Cyclas cornea* wimpernden) Epithelialschicht bestehen und sich zu gemeinschaftlichen wimpernden Gallengängen vereinigen. Diese treten zu mehreren Hauptausführungsgängen zusammen, welche das Secret in den Magen oder den Darm ergiessen. Sowohl bei den Acephalen als bei den Cephalophoren umwickelt die in mehrere Lappen zerfallende Leber die Darmwindungen sehr eng, so dass diese, namentlich bei den Acephalen, oft nur schwer von ihr zu trennen sind. Die Leber der Cephalopoden besteht meist aus mehreren, von einem festen, glatten Bauchfellüberzuge umgebenen Abtheilungen, deren Ausführungsgänge sich zu einem gemeinschaftlichen, die Galle in den Blindsack leitenden *ductus choledochus* verbinden. Eine mit den Gallengängen zusammenhängende Drüsenmasse bei den meisten Cephalopoden scheint dem *pancreas* der Wirbelthiere zu entsprechen.

5. Die Leber der Wirbelthiere.

Mit Ausnahme von *Branchiostoma*, wo die Lebersubstanz, wie bei vielen wirbellosen Thieren, mit den Darmwandungen vereinigt ist, oder dessen Leber vielleicht nur in dem vom Anfange des Darmkanals abgehenden Blindsacke besteht, fehlt bei keinem Wirbelthier die Leberdrüse, und in den meisten Fällen ist auch eine Gallenblase vorhanden, beide in der verschiedenartigsten Form und Ausdehnung.

Die sich durch ihren grossen Fettgehalt auszeichnende Leber der Fische ist weich und liegt in dem vorderen Theile der Bauchhöhle, von wo sie sich nicht selten sehr weit nach hinten erstreckt. Die Gallengänge bilden in der Regel nicht einen einfachen *ductus hepaticus*, sondern münden gesondert in den *ductus cysticus*

oder in die Gallenblase. Der *ductus choledochus* ergiesst die Galle gewöhnlich nicht weit hinter dem Pförtner in den Darm. Eine besonders grosse Gallenblase besitzt *Orthagoriscus mola;* sie fehlt unter andern bei *Cyclopterus lumpus.*

Die Leber der Amphibien richtet sich im Allgemeinen in ihrer Form nach der Form des Thieres, daher sie bei den Schlangen langgestreckt, bei den Fröschen breiter ist. Ueber ihr Bestehen aus einem oder ihr Zerfallen in mehrere Lappen lässt sich etwas Bestimmtes nicht angeben, und auch das Verhältniss der verschiedenen Ausführungsgänge der Leber und der nur selten fehlenden Gallenblase ist wechselnd. Bemerkenswerth ist die abweichende Lage der Gallenblase bei den grossmäuligen Schlangen; hier befindet sie sich ziemlich weit entfernt von der Leber neben dem Anfang des Darmes, wo, hinter dem Pylorus, die Mündung des *ductus choledochus* oder die Mündungen des Blasendarmganges und des für sich bestehenden *ductus hepaticus* sind.

Die mit ihrer convexen Seite nach der Bauchwand, mit der concaven nach den Eingeweiden gerichtete Leber der Vögel zerfällt sehr allgemein in zwei Hauptlappen. Die Gallenblase ist meist vorhanden (fehlt z. B. den Tauben und Papageien). Nur selten (*Buceros*) findet sich ein gemeinschaftlicher *ductus choledochus;* in der Regel münden *ductus hepaticus* und Ausführungsgang der Gallenblase, in welche die Galle durch einen oder zwei *ductus hepatico-cystici* gelangt, gesondert hinter der Schlinge in den Darm.

Auch bei den Säugethieren bietet die äussere Form und Ausdehnung der Leber wenig Constantes. Man kann zwar in der Regel zwei Hauptlappen unterscheiden, doch mehrt sich deren Zahl bis auf sechs und acht, namentlich bei den Nagern, Affen und Fleischfressern. Die Gallenblase fehlt u. a. den ächten Cetaceen, mehreren

Wiederkäuern (Hirsch, Kameel u. a.), dem Pferde, den Pachydermen (mit Ausnahme des Schweins). Gewöhnlich findet sich ein *ductus hepaticus*, der unter spitzem Winkel einen *ductus cysticus* absendet und hinter diesem als *ductus choledochus* weiter geht.

III. Die Milz.

Ueber die eigentliche Function der Milz, einer Blutdrüse ohne Ausführungsgang, von der man es wahrscheinlich zu machen gesucht hat, dass sie eine eigenthümliche, die Chylification befördernde Lymphe absondert, hat auch die vergleichende Anatomie und Physiologie bis jetzt keinen Aufschluss gegeben. Die Milz ist ausschliessliches Eigenthum der Wirbelthiere. Sie fehlt nur bei *Branchiostoma* und zeigt übrigens mannigfache, jedoch weniger wesentliche Verschiedenheiten an Form, Umfang und Lage.

IV. Die appendices pyloricae der Fische und die Bauchspeicheldrüse der Wirbelthiere.

Die *appendices pyloricae* sind blinddarmförmige Ausstülpungen des Darmes kurz hinter dem Pförtner, welche in verschiedener Anzahl sich bei vielen Fischen finden und theils einzeln, theils, wenn sie in grosser Menge (z. B. bei den Gadoiden, Scomberoiden) vorhanden sind, zu Büscheln oder auch drüsenartigen Massen (*Acipenser*) vereinigt mit gemeinschaftlichen Ausführungsgängen in den Darm münden. Sie haben dieselben Häute wie der Darm und wurden gewöhnlich für das Analogon der Bauchspeicheldrüse gehalten, bis neuerlich das simultane Vorkommen der *appendices pyloricae* und des *pancreas* in Gestalt einer mit dem *ductus choledochus* eng verbundenen Drüsenmasse bei mehreren Fischen ausser Zweifel gesetzt worden ist. Die pylorischen Anhänge und die Bauchspeicheldrüse sind also nicht identisch. Bei den

Aalen, Chimären und Plagiostomen betrachtet man eine, an Struktur dem Pankreas der höheren Wirbelthiere gleiche, in den Klappendarm mündende Drüse als Bauchspeicheldrüse.

Das einfache, seltner gelappte Pankreas der Amphibien liegt hinter dem Magen und mündet mit einem oder auch zwei Ausführungsgängen neben dem *ductus choledochus*, bisweilen mit ihm vereinigt in den Darm.

Bei den Vögeln liegt das röthlich-weisse, meist zweilappige Pankreas in der Duodenalschlinge; seine (gewöhnlich zwei) Ausführungsgänge endigen neben den Gallengängen. Zwei Hauptlappen zählt man in der Regel auch bei den Säugethieren. Der oder die beiden Ausführungsgänge verhalten sich verschieden. Ist nur einer vorhanden, so verbindet er sich entweder mit dem *ductus choledochus* oder mündet für sich in den Darm; sind zwei Ausführungsgänge da, so führen entweder beide in den Darm, oder einer in den Darm, der andere in den *ductus choledochus*.

J. Fr. Meckel, System der vergl. Anat. 4 Thl. 1829.

J. C. Savigny, *Mémoires sur les animaux sans vertèbres. I. part. fasc. I. Théorie des organes de la bouche des Crustacées et des insectes.* 1816.

Erichson, Entomographieen (über zoologische Charaktere der Insekten, Arachniden und Crustaceen). Heft I. 1840. Berücksichtigt vorzüglich die Mundtheile.

Die Zunge der Cephalophoren u. Cephalopod. ist sehr ausführlich beschrieben von Lovén in *Öfversigt af kongl. Vetenscaps-Akademiens Förhandlingar.* 1847. 9. Juni.

J. Müller, *De glandularum secernentium structura penitiori.* 1830.

W. Meckel, Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere. Müll. Arch. 1846.

Drittes Kapitel.

Das Gefässsystem.

1. Das Gefässsystem der Infusorien.

Bei vielen wirbellosen Thieren ist die Ernährungsflüssigkeit weder in eignen, durch besondere Häute gebildeten Kanälen eingeschlossen, noch läuft sie, wie diess bei andern Evertebraten der Fall ist, in zwar bestimmten, aber wandungslosen Aushöhlungen des Körperparenchyms, sondern sie tritt, sowie sie aus dem Speisekanal ausgeschieden wird, in die zwischen den verschiedenen Eingeweiden befindlichen Räume und umspült somit die der Ernährung bedürftigen Organe unmittelbar. So verhält es sich auch bei den Infusorien, mag nun ihre sonstige Struktur eine einfachere oder zusammengesetztere seyn. Denn dass man nicht die bei den meisten dieser Thiere sich in bestimmter Anzahl und Form findenden contractilen Blasen für ein rudimentäres Gefässsystem, für den Anfang eines Kreislaufes zu halten habe, wie diess neuerdings wieder geschehen, werden wir unten (s. Respirationsorgane) wahrscheinlich machen.

2. Das Gefässsystem der Strahlthiere.

Polypen. Eine Blutcirculation in wirklichen Gefässen ist bis jetzt nur bei einzelnen Polypen beobachtet worden, namentlich bei *Alcyonium palmatum*. In den Leibeswandungen desselben sollen sich acht Längsgefässe finden, welche am vorderen Körperende auf die Magenwände übergehen, nachdem sie vorher Aeste zu capillaren Verzweigungen abgegeben. Nach hinten verzweigen sie sich in den Polypenstock.

Die eigenthümliche sogenannte Saftbewegung der Polypen scheint weniger eine Blutcirculation zu seyn, als mit dem Respirationsprocess zusammenzubringen.

Quallen. Die neueren Angaben, dass das bei den meisten Quallen deutlich hervortretende System von Kanälen, welches wir als respiratorisches Wassergefässsystem unten näher betrachten müssen, von einem eigenthümlichen System feinerer, blutführender Kanälchen begleitet und umsponnen werde, haben keine Bestätigung erhalten, und so lässt sich über das Blutgefässsystem der Quallen nichts Sicheres angeben.

Echinodermen. Höchst wahrscheinlich besitzen alle Echinodermen ein in sich geschlossenes Blutcirculationssystem, obgleich man, trotz zahlreicher Untersuchungen, über das Verhalten der Gefässe zu einander und zu den Respirationsgefässen keineswegs in Einklang ist. Es rührt diess (nach v. Siebold's Bemerkung; vergl. dessen lehrreiche Auseinandersetzung im Lehrb. d. vergl. Anat.) von dem Umstande her, dass man das System der Blutgefässe vielfältig mit den respiratorischen Wassergefässen verwechselt hat.

Am unvollständigsten ist bis jetzt das Gefässystem der Crinoiden erkannt, wo mehrere in die Arme, Cirren u. s. f. sich verzweigende Kanäle aus einem schlauchförmigen, im Grunde des Kelches liegenden Herzen entspringen. Ein solches längliches, schlauchartiges Herz besitzen auch die Asteroiden und Echinoiden; bei jenen erstreckt es sich von der Madreporenplatte neben dem sogenannten Steinkanale oder dem Kalkstrange zum Munde und steht hier mit zwei den Mund umgebenden Ringgefässen, am Rücken nur mit einem Ringgefässe in Verbindung. Bei den Echinoiden liegt das, unregelmässige blasige Auftreibungen zeigende und in unregelmässige Kammern getheilte Herz am Oesophagus und communicirt nach unten mit zwei den Schlund, nach oben mit zwei den After umgebenden Gefässringen. Aus allen diesen Gefässringen laufen andere Gefässe theils zwischen die Eingeweide, theils in die Arme und an die

Ambulacralbläschen-Reihen, ohne dass man mit Bestimmtheit sich über den venösen und arteriellen Theil des Systems entscheiden könnte.

Viel klarer ist das Gefässsystem der Holothurien. Das durch eine, von einem den Schlund umgebenden Gefässringe entspringende Aorta und deren Verzweigungen den Eingeweiden zugeführte Blut sammelt sich in einigen Kiemenarterien und kehrt durch Kiemenvenen zum Gefässring zurück. Das Blutgefässsystem der Sipunculoiden ist mehr nach dem Typus der Würmer als nach dem der Echinodermen geordnet, indem man ein auf dem Darmkanale verlaufendes Rücken- und ein oder zwei Bauchgefässe als Hauptstämme unterscheiden kann, die unter einander anastomosiren und Seitenäste abgeben.

3. Das Gefässsystem der Würmer.

Strudelwürmer. Die Strudelwürmer zeigen ein sehr verschiedenartiges Verhalten. Die Rhabdocoelen ermangeln der Blutgefässe; was man früher dafür gehalten, sind Wassergefässe. Ihre Ernährungsflüssigkeit ist frei in den Körperlacunen enthalten und wird nur durch die allgemeinen Körpercontractionen in Bewegung versetzt; auch bei den Dendrocoelen, bei denen man theils einzelne grosse Seitengefässstämme, theils weit verzweigte Gefässnetze beobachtet hat, sind vielleicht dergleichen Wassergefässe mit Blutgefässen verwechselt worden.

Kein Zweifel kann bei den Nemertinen seyn, welche drei Hauptlängsgefässe besitzen, einen Rückenstamm und zwei Seitenstämme. Diese vereinigen sich am Hinterende, und in der Nähe des Gehirns gabelt sich der Rückenstamm und geht mit den beiden, um die Ganglien sich schlängelnden Aesten in die Seitenstämme über, welche im Vorderende eine Schlinge bilden. Das in diesen Gefässen enthaltene Blut ist gewöhnlich unge-

färbt, mitunter auch röthlich oder bläulich, und scheint keine Blutkörperchen zu enthalten.

Die Blutströmung ist keine regelmässige, sondern eine oscillirende, ähnlich wie bei den Blutegeln.

Helminthen. Nur bei den Rundwürmern (*Nematodes* und *Gordiacei*) gelangt die Ernährungsflüssigkeit aus dem Darmkanal unmittelbar in die Leibeshöhle, ohne dass man ein Gefässsystem bemerkt hätte. Dieses haben zwar die Acanthocephalen, zwei Hauptlängsgefässe, die seitlich viele sich verzweigende und anastomosirende Aeste abgeben, es fehlen aber hier die eigenen Gefässwandungen. Mit ihm steht das Gefässsystem der sogenannten Lemniscen, jener beiden bandförmigen, am Grunde des Rüssels entspringenden Organe von unbekannter Bestimmung, in Verbindung. Durch die Körperbewegungen, das Ein- und Ausstülpen des Rüssels, wird eine Fluctuation des Blutes zwischen dem Leibesgefässsystem und dem System der Lemniscen bewirkt. Die übrigen Eingeweidewürmer (*Cystici*, *Cestodos*, *Trematodes*) zeigen einen sehr entwickelten, eigenwandigen Circulationsapparat, der bei den erstgenannten Ordnungen aus zwei Paar Längsgefässen besteht, welche durch mehrere Quergefässe verbunden sind und im Kopfe einen, die Rüsselscheide einschliessenden Ring bilden. Weniger häufig finden sich bei den Trematoden zwei solche Hauptlängskanäle; vielmehr bildet bei ihnen das Gefässsystem ein sehr ausgedehntes, vielfach anastomosirendes Netz.

Räderthiere. Dass bei den Räderthieren ein eigenes Gefässsystem nicht existire, sondern dass auch bei ihnen die Ernährungsflüssigkeit unmittelbar aus dem Darmkanal in die Leibeshöhle und an die verschiedenen Organe gelange, wie man jetzt ziemlich allgemein gegen Ehrenberg angenommen, der mehrere Ringgefässe und bei mehreren Formen einen eigenthümlichen Gefässnetz-

ring am Vorderende beschrieben, ist aus mehreren Gründen *) nicht wahrscheinlich.

Ringelwürmer. Die Ringelwürmer zeichnen sich durch ein sehr bestimmt ausgeprägtes, in sich abgeschlossenes Gefässsystem aus, dessen centrale Theile in mehreren Längsstämmen bestehen, die gewöhnlich in den Körperenden unmittelbar in einander übergehen, häufig durch grössere Quergefässe verbunden sind, und von denen zahlreiche, sich verzweigende und anastomosirende Gefässe als peripherische Theile entspringen. Immer haben diese Gefässe eigne Wandungen, und entweder pulsiren alle Hauptstämme und die Quergefässe des Systems oder einzelne herzartige, mitunter erweiterte Abtheilungen desselben. Das Blut ist meist gefärbt (roth, grün, blau, violett u. a.), wiewohl nicht durch die Blutkörperchen, welche sehr klein, unregelmässig und ungefärbt sind und wohl nicht den Blutkörperchen der Wirbelthiere gleichgestellt werden können. Uebrigens kann sogar dasselbe Individuum, jenachdem man das Blut in dünneren oder stärkeren Schichten sieht, ganz verschiedene Blutfärbungen zeigen, was auch von den Nemertinen gilt.

Die Hirudineen haben ein Rücken- und ein

---

*) Die Annahme, dass die Ringgefässe Ehrenbergs Andeutungen von Ringmuskeln seien, wird auch durch die genauste mikroskopische Analyse nicht begünstigt; dass sie Andeutungen von Körpersegmenten, etwa Hautfalten seien, wird durch den Umstand unwahrscheinlich gemacht, dass sie gerade dann recht hervortreten, wenn der Körper expandirt ist. Gegen die Annahme, dass die frei in der Leibeshöhle enthaltene Flüssigkeit das Blut sei, spricht vor Allem die häufige Erneuerung dieser Flüssigkeit von aussen; es ist Wasser, welches ein- und ausgepumpt wird und zur Respiration dient. Wenn auch bei den Polypen u. a. eine unmittelbare Vermischung der Ernährungsflüssigkeit mit beliebig aufgenommenem Wasser statt zu haben scheint, kommt dieselbe in dieser Art doch nicht bei denjenigen Ordnungen der niederen Crustaceen oder Würmer vor, denen sich die Räderthiere anschliessen.

Bauchgefäss und zwei Seitengefässe; nur bei *Nephelis* fehlen die beiden ersteren. Gerade diese Gattung ist wegen ihrer Durchsichtigkeit geeignet, an ihr sich den eigenthümlichen Blutlauf der Egel, der eine Fluctuation ist, zur Anschauung zu bringen. Das Hauptmoment in diesem Blutlaufe ist nämlich das Ueberströmen aus dem einen Seitenstamm durch die zahlreichen Quergefässe in den andern, diess geschieht jedoch nicht hinten und vorn zu ganz gleicher Zeit, sondern das Gefäss contrahirt sich vorn etwas später als hinten, so dass auch eine Art von Circulation hergestellt wird, die aber von Zeit zu Zeit umsetzt, indem das Gefäss, dessen Contractionen von hinten nach vorn begonnen haben, nun sich von vorn nach hinten zusammenzieht, und umgekehrt.

Bei den Borstenwürmern finden sich die grossen Seitenstämme nicht, aber ein oder mehrere Bauch- und Rückenstämme. Das Blut wird in der Regel im Rückengefäss von hinten nach vorn getrieben und tritt im Kopfende durch grössere Gefässschlingen, aber auch durch die übrigen Queranastomosen in das Bauchgefäss über und kann nur uneigentlich als arteriell und venös geschieden werden; nicht selten muss sogar das Blut durch dieselben Gefässe von den Kiemen zurückkehren, durch welche es dahin gelangt ist (z. B. bei *Amphicora*) und hier ist also eine solche Scheidung willkürlich oder auch unmöglich.

Bei den Lumbricinen und Naiden, denen sich *Amphicora* anreiht, ist das einfache Rückengefäss eng mit den Darmwandungen verwachsen, gabelt sich im Vorderende und geht, so den Schlund umfassend, in das Bauchgefäss über, mit welchem es jedoch auch in den übrigen einzelnen Körpersegmenten, namentlich im Vorderende, durch Quergefässe verbunden ist.

Von den genannten Borstenwürmern unterscheiden sich die übrigen, die Capitibranchiaten und Dorsi-

branchiaten durch eine Vermehrung der Hauptgefässstämme, auch treten durch das Vorhandenseyn von äusseren Kiemen, wie schon bei *Amphicora*, neue Veränderungen ein. Am gewöhnlichsten ist die Verdoppelung sowohl des Rücken- als des Bauchgefässes, in welchem Falle gewöhnlich ein Rückengefäss und ein Bauchgefäss mit dem Darme, die beiden übrigen Stämme mit den Körperwandungen enger verbunden sind. Nicht selten sind auch diese Hauptgefässe streckenweise oder ganz in zwei bis drei Stämme gespalten. Da die Blutbewegung längs des Rückens von hinten nach vorn geschicht, so kann man bei den Capitibranchiaten das Rücken-Darmgefäss, welches gewöhnlich das Blut zu den Kiemen führt, als Körpervene oder Kiemenarterie, das Hauptbauchgefäss aber, welches das Blut aus den Kiemen aufnimmt, als Körperarterie bezeichnen, obwohl auch hier von einer strengen Trennung in arterielles und venöses Blut der vielen Queranastomosen wegen nicht die Rede seyn kann, und noch unausführbarer ist diese Scheidung bei den Dorsibranchiaten, deren Kiemen aus den Quergefässen das Blut empfangen.

Neben dem in den eben beschriebenen Gefässen eingeschlossenen Blute verdient aber auch die in der Leibeshöhle enthaltene Flüssigkeit eine besondere Berücksichtigung. Sie ist es, in welcher häufig die frei in der Leibeshöhle enthaltenen Generationsprodukte schwimmen, und unter deren Einfluss sie offenbar sich vermehren und wachsen; sie wird durch die allgemeinen Körperbewegungen fortwährend auf und ab und durch die Oeffnungen in den diaphragmaartigen Einschnürungen getrieben und bespült somit die meisten Organe unmittelbar. Oft bemerkt man in ihr (man beobachte eine Naide) brombeerförmige oder einfach kuglige, dann aber äusserst kleine Körperchen, die um so zahlreicher vorhanden zu seyn scheinen, je grösser die Lebensthätigkeit des Thieres ist.

Aus allen diesen Umständen geht die Wichtigkeit dieser Flüssigkeit hervor, wiewohl ihr Verhältniss zum Gefässblute noch nicht hinlänglich aufgeklärt ist. Am richtigsten wird sie vielleicht als Chylus betrachtet, da die von den Hauptstämmen auf die Darmwandungen gehenden Capillaren mehr die Rolle von ernährenden als von aufsaugenden Gefässen zu spielen scheinen.

4. Das Gefässsystem der Arthropoden.

Das Rückengefäss oder das Herz.

Die meisten Arthropoden sind mit einem, den Blutlauf regelnden Centralorgane versehen, das man bei den Myriopoden, Spinnen und Insekten wegen seiner Schlauchform das Rückengefäss, bei den übrigen Crustaceen aber, wo es gewöhnlich kürzer ist, Herz zu nennen pflegt.

Das Rückengefäss der Spinnen und Insekten liegt in der Mittellinie des Abdomens und wird durch eben so viele Paare dreieckiger Muskeln, als Kammern vorhanden sind, an die Rückenwände befestigt. Solcher Kammern finden sich bei den Insekten in der Regel acht, und sie entstehen durch Einschnürungen; jede Kammer hat jederseits nach vorn eine Spaltöffnung, welche durch klappenartige, nach innen gehende Hervorragungen geschlossen werden können. Die letzte Kammer geht in einen, sich bis zum Kopfganglion erstreckenden und vorn sich mitunter spaltenden Arteriensstiel über. Diesem Rückengefässe gleicht auch das der Myriopoden, nur ist es länger und in mehr Kammern getheilt, wie überhaupt sich im Allgemeinen die Ausdehnung des Rückengefässes nach der Körperlänge richtet.

Es schliesst sich hieran die längliche Form, welche das Herz mehrerer Ordnungen der Krebse angenommen, namentlich der Phyllopoden und Stomatopo-

den. Bei den Parasiten und Lophyropoden ist das Herz ein einfacher, rundlicher oder ovaler Behälter, der behufs der Aufnahme des Blutes mit zwei seitlichen Spaltöffnungen versehen ist, und aus dem das Blut durch eine vordere und hintere Oeffnung tritt, wenn nicht an diesen Stellen Arterien entspringen. Bei den übrigen Ordnungen der Crustaceen verhält sich das Herz ähnlich, hat aber mehr venöse Spalten und giebt gewöhnlich mehr Arterienstämme ab, als dort Arterienöffnungen oder wirkliche Arterien sich finden. Seine Form ist namentlich bei den Decapoden auffallend, platt und polygonal. Es liegt immer in der Mittellinie des Vorderrückens.

Kreislauf.

Nur von den Scorpioniden ist ein vollständig geschlossenes Gefässsystem beschrieben worden; ihre Arterien sollen sich verzweigen und unmittelbar in ein Venensystem übergehen, welches zu den Athemorganen führt, von wo aus das Blut wiederum durch eigene Gefässe zum Herzen zurückgelangt.

Im Uebrigen aber scheint den Arthropoden durchweg ein geschlossenes Gefässsystem zu fehlen, indem sich entweder ausser dem Herzen (Rückengefässe) gar keine Gefässe beobachten lassen, oder das Gefässsystem höchstens in mehreren Arterien besteht, die entweder plötzlich aufhören oder allmälig sich verzweigend verschwinden, worauf die Blutflüssigkeit in bestimmten Strömen durch den ganzen übrigen Körper läuft, die, zuerst häufig sehr fein, sich später zu stärkeren venösen Stämmen vereinigen und so einen vollkommenen Kreislauf herstellen, wobei die Richtung und Vertheilung der Ströme theils durch den ursprünglichen Herzstoss und die verschiedenen im Wege liegenden Organe, theils auch durch eigens zu diesem Zwecke ausgespannte Membranen oder Leisten moderirt wird.

Bei den Crustaceen sind die arteriellen Gefässe, wie es scheint, am weitesten verbreitet, wiewohl man bei mehreren Ordnungen, den Parasiten und Phyllopoden keine Spur von ihnen bemerkt. Bei den Lophyropoden, fehlen sie wenigstens in der Familie der *Cladocera* (*Daphnia* u. a.) nicht, aus deren Herzen nach vorn ein sich mehrfach theilender *truncus arteriosus*, sowie seitlich und nach hinten andere Arterien entspringen, die sich durch ihre Länge und weit gehende Verästelung vor den ausnehmend kurzen Arterienstämmen der Isopoden, Amphipoden, auch der Poecilopoden und Laemodipoden auszeichnen. Vollständiger ist das Arteriensystem bei den Stamotopoden und noch mehr bei den Decapoden. Aus dem polygonalen zipfeligen Herzen des *Astacus fluviatilis* entspringen aus einem vorderen Aortenstamme drei Arterien, eine mittlere für die Augen und zwei seitliche für die Antennen und den Cephalothorax. Zwei ihnen zur Seite liegende Arterien versorgen die Leber, und eine nach hinten abgehende grosse Schwanzarterie spaltet sich bald nach ihrem Austritt und versorgt durch ihren Bauchtheil die Mundtheile und Füsse, durch den Rückentheil die am Rücken des Abdomen gelegenen Organe. Die Angabe, dass den Decapoden auch ein Venensystem zukäme, scheint auf Täuschungen zu beruhen, wie denselben auch eigene, das Blut aus den Kiemen zum Herzen bringende Gefässe fehlen. Das Blut gelangt bei ihnen, nachdem es in grossen, lacunalen, venösen Strömen die Kiemen erreicht, aus diesen in einen weiten, von nicht contractilen Wänden umgebenen Sinus, aus welchem es während der Diastole des Herzens durch die Herzspalten aufgenommen wird.

Unter den Arachniden bieten wiederum die schon öfters wegen ihrer abnormen Eigenthümlichkeiten berühr-

ten Tardigraden und Pycnogoniden, sowie auch die Acarinen Ausnahmezustände dar, indem ihnen jede Spur eines Gefässsystems, auch das Herz mangelt, und ihre Ernährungsflüssigkeit ganz in der Leibeshöhle enthalten ist, wo sie, ohne eine bestimmt gerichtete Strömung, lediglich durch die Körperbewegungen umhergetrieben wird. Die Phalangien haben nur das Rückengefäss ohne Arterien, die Araneen aber verhalten sich wie die höheren Ordnungen der Crustaceen, indem das in mehreren Arterien das Rückengefäss verlassende Blut seinen weiteren arteriellen und venösen Lauf in wandungslosen Körperlacunen vollendet und sich gleichfalls in einem, das Rückengefäss umgebenden Sinus ansammelt.

Bei den Insekten wird das Blut durch die allmälige Zusammenziehung des Rückengefässes, die in der Weise von hinten nach vorn geschieht, dass die hinterste Kammer sich schon wieder ausdehnt, ehe die vorhergehende Contraction bis zur ersten Kammer gelangt ist, durch den Aortentheil getrieben und kehrt in vier Hauptströmen, von denen einer unter dem Rückengefässe, einer über der Ganglienkette und zwei neben den grossen Tracheenstämmen fliessen, zum Rückengefässe zurück. Kleinere Nebenstämme vertheilen sich in die Fühler, Füsse, Flügel u. s. w. Da die Bewegung der Flüssigkeit in diesen Anhängen nicht wohl allein von dem Drucke der Hauptströme abhängen kann, scheinen hier und da eigenthümliche Vorrichtungen zur Fortbewegung angebracht zu seyn, so in den Tibien der Beine ein pulsirendes, knotenförmiges, als Pumpstempel wirkendes Organ, wie auch in anderen Theilen herzartige Organe (bis jetzt freilich nur im Schwanze der Larve von *Ephemera diptera* beobachtet).

Die Veränderungen dieser Verhältnisse in den einzelnen Ordnungen sind sehr unwesentlich und beziehen

sich meist nur auf die Form und Textur des Rückengefässes *).

Das Blut der Arthropoden ist meist farblos; ist es gefärbt (röthlich, gelblich u. a.), wie bei mehreren Crustaceen und Insekten, so ist die Färbung immer an die

---

*) Eine die ganze Physiologie des Kreislaufes und der Athmung der Insekten umgestaltende, aber ihre Bestätigung noch erwartende Meinung ist jüngst von E. Blanchard — *Comptes rendus tom. 24. 1847. p. 870*, ausführlicher in *Ann. d. sc. nat. 3 sér. tom. IX. Juin 1848 — Sur la circulation dans les insectes* — aufgestellt worden. Dieser Naturforscher fand, dass bei Injectionsversuchen nicht nur das Rückengefäss und die Leibeshöhle mit Injectionsmasse sich füllten, sondern dieselbe auch zwischen die beiden, den Spiralfaden einschliessenden Membranen der Tracheen bis in die feinsten Verzweigungen gelangte, und schliesst daraus, dass die in der Leibeshöhle enthaltene Blutflüssigkeit, die in ihrem oft rapiden Laufe nur unvollkommen zur Ernährung der von ihr bespülten Theile beitragen könne, gleichfalls zwischen die Tracheenmembranen aufgenommen und, hier oxydirt, durch die ungemein zarten, in alle Körpertheilchen eindringenden Tracheenverästelungen verbreitet werde. „*Chez tous les insectes il existe un vaisseau dorsal, centre de la circulation, ayant une portion cardiaque et une portion aortique. La portion cardiaque divisée en compartiments ou chambres, dont le nombre est variable suivant les types, ce chambres pourvues d'orifices latéraux pour la rentrée du sang; la portion aortique destinée à porter le fluide nourricier vers la partie anterieure du corps. Le sang, parvenu ainsi dans la tête, se répand dans tous les espaces inter-organiques; en même temps, il est déversé dans les lacunes situées près l'origine des tubes respiratoires, et pénètre alors entre les membranes trachéennes, maintenues béantes à leur base, au moyen d'un fil spiral. Le fluide nourricier, porté de cette manière à tous les organes entre les deux tuniques constituant les tubes respiratoires, n'est séparé de la colonne d'air que par une seule membrane; il subit la réoxygénation pendant son trajet même. Les trachées deviennent ainsi dans leur périphérie de véritables vaisseaux nourriciers. Le sang, retombant ensuite dans les espaces enterfibrillaires, et de là dans les grandes lacunes, est ramené au vaisseau dorsal par des canaux efférents, formés de tissu cellulaire, mais privés de parois membraneuses.*“ *Ann. d. sc. loc. cit. p.* 382.

Blutflüssigkeit gebunden und rührt nicht von den stets farblosen, einfach rundlichen oder eine granulirte Oberfläche zeigenden Blutkörperchen her.

5. Das Gefässsystem der Weichthiere.

Mit sehr wenigen, unten zu beschreibenden Ausnahmen zeigt das Gefässsystem der Mollusken einen sich gleich bleibenden Charakter, der sich sowohl in den Acephalen als in den Cephalopoden ausspricht, und durch welchen wir an das Gefässsystem der Arthropoden, namentlich der höheren Crustaceen erinnert werden. Auch die Mollusken haben ein Centralorgan, ein bei den Cephalophoren und Cephalopoden von einem Herzbeutel umgebenes Herz, während die peripherischen Gefässe nie vollständig ausgebildet sind. Am beständigsten sind die das Blut aus den Respirationsorganen in das Herz führenden Gefässe und einige das Blut aus dem Herzen in den Körper bringende Aortenstämme vorhanden; häufig lassen sich die Arterien bis in ein Kapillarnetz verfolgen, nie aber scheint das arterielle Kapillarnetz unmittelbar durch eigenwandige Fortsetzungen in ein venöses überzugehen, sondern der venöse Blutlauf geschieht immer ganz oder zum Theil in wandungslosen Kanälen *(lacunae)*, wobei nicht selten die verschiedenen Abtheilungen der Leibeshöhle als grosse venöse (selten, z. B. bei *Patella*, auch als arterielle) Behälter dienen. Das Blut gelangt also aus dem Körper entweder in wandungslosen Kanälen oder durch wahre Hohlvenen in die Respirationsorgane; mithin ist der Kreislauf im Wesentlichen derselbe, wie bei vielen Arthropoden, das Herz ein Aortenherz, die Blutbahn also gerade die umgekehrte, wie bei den Fischen, welche ein Kiemenherz besitzen und deren Kiemenvenen zur Aorta und zu Körperarterien werden. Die Gränzen, in welchen sich der allgemeine Plan der Weichthiere bewegt, sind jedoch, wie

schon aus dem Gesagten erhellt, zu weit, als dass wir nicht auch hier die einzelnen Abtheilungen einer besonderen Betrachtung unterwerfen müssten. —

Das Blut ist gewöhnlich farblos. Röthliche, grünliche, violette, gewöhnlich an die Blutflüssigkeit gebundene Färbungen kommen bei Cephalophoren und Cephalopoden vor. Die in der Regel ungefärbten Blutkörperchen sind bei den Acephalen meist unregelmässig, bei den übrigen rundliche Zellen und scheinen immer einen Kern oder mehrere Körner zu enthalten. —

Acephalen. Was die Anordnung des Gefässsystems anbetrifft, so sind die Tunicaten dem Typus der Mollusken getreu geblieben, die Erscheinungen aber, welche der Kreislauf selbst darbietet, erinnern auffallend an gewisse Würmer. Immer nämlich ist ein Herz vorhanden, bei den Salpen ein schlauchartiger Kanal in der Nähe des Nucleus, welcher die beiden, am andern Ende durch ein Paar Gefässschleifen in einander übergehenden Hauptgefässe, das Rücken- und das Bauchgefäss, verbindet, bei den Ascidien ein noch längerer Schlauch in der hinteren Körperabtheilung, mit einer hinteren und einer vorderen Gefässfortsetzung; auch bewegt sich das Blut, nachdem die erwähnten Gefässe aufhören, im grössten Theile des Körpers in wandungslosen Kanälen und Lacunen, jedoch ist der Blutlauf keine anhaltende Circulation in derselben Richtung, sondern ein Fluctuiren, indem die Contractionen des Herzens von Zeit zu Zeit umsetzen, so dass die Hauptgefässe abwechselnd als Hohlvene und als Körperarterie fungiren.

Bei den Brachiopoden finden sich merkwürdiger Weise zwei Herzen, hinter dem Magen, die nach unten offen sind und direct mit der Leibeshöhle communiciren. Ueber den Blutlauf selbst, ob das Blut aus dem Visceral-

sinus in das Herz oder aus dem Herzen in die Leibeshöhle gelange, differiren die Angaben *).

Das Herz der Lamellibranchien liegt am Rücken unter dem Schlosse und besteht aus zwei seitlichen, das Blut durch die Kiemenvenen empfangenden Vorhöfen und einer Kammer, die es durch zwei Arterienstämme in den Körper treibt. Bei der Systole der Kammer verschliessen zwei Klappen die Oeffnungen der Vorhöfe. Das Arteriensystem verliert seine Wandungen und geht in ein lacunales, gleichfalls wandungsloses Venensystem über. Das Blut sammelt sich in grösseren Erweiterungen am Grunde der Kiemen und vertheilt sich dann auf diesen. Bei einzelnen Muscheln (z. B. im Mantel von *Pinna*) scheinen jedoch die lacunalen Venennetze in wirkliche Venen überzugehen, und diese treten in dem angeführten Beispiel direct in die Kiemenvenen, so dass also in diesem Falle eine Vermischung von arteriellem und venösem Blute statt

---

*) Nach v. Siebold (Vergl. Anat. S. 273. Citate von Cuvier, Owen, Vogt) wird das Blut durch die Mantelkiemen in das Herz geführt und von da, also arteriell, in den Visceralsinus ergossen. Umgekehrt giebt Owen (*Ann. d. sc. nat.* 3 *sér. tom. III.* 1845. *Lettre sur l'appareil de la circulation chez les Mollusces de la classe des Brachiopodes*) an, dass das Blut aus dem Visceralsinus durch die weiteren Herzöffnungen gleichsam aufgesogen würde. Es heisst von *Terebratula l. c. p.* 317: *D'après ce mode de structure, il est probable que, lorsque le fluide nourricier se trouve accumulé dans le grand sinus viscéral, une sorte de succion l'appelle dans les oreillettes, et que les contractions succesives des fibres transverses de ces dernières cavités le poussent ensuite dans les ventricules* u. s. f und von *Lingula a. a. O. p.* 319: *Les sinus, a leur tour, se continuent avec toutes les lacunes que les viscères abdominaux laissent entre eux, et en dernier résultat le liquide passe de là dans les coeurs par les larges orifices abdominaux des oreillettes, qui, a leur tour, envoient le sang dans les ventricules, d'ou il est poussé, comme chez les Térébratules, dans les vaisseaux du manteau et de l'appareil respiratoire.*

fände, wenn nicht anzunehmen, dass der Mantel auch als Respirationsorgan diene.

Cephalophoren. Nur bei wenigen Nacktkiemern (*Flabellina*, *Rhodope* u. a.) fehlt das Gefässsystem vielleicht ganz, die in der Leibeshöhle enthaltene Blutflüssigkeit vollendet daher keinen regelmässigen Lauf. Ein regelmässiges Circuliren findet aber sogleich statt, wenn bei anderen Nacktkiemern (z. B. *Tergipes*, *Aeolis*, *Eolidina*) ein Herz mit rudimentärer Aorta und zwei in die Vorkammer einmündenden Venenstämmen erscheint, so dass die Aehnlichkeit dieses Blutlaufes mit dem der Insekten eine sehr grosse ist.

Bei der grössten Anzahl der Cephalophoren aber tritt aus der Kammer des in seiner Lage nach den Respirationsorganen sich richtenden und mitunter (z. B bei *Patella*, *Haliotis*) vom Darm durchbohrten Herzens eine Aorta, die sich bald weiter spaltet und so zum Stamme eines Arteriensystems wird, das häufig noch bis in die capillaren Verzweigungen hinein mit eignen Wandungen versehen ist. Die Venen werden durch blosse Körperlacunen vertreten; das Venenblut sammelt sich häufig in der Leibeshöhle an, wo es namentlich den vorderen Theil des Darmkanals und die Kopfganglien rings umspült, und geht dann durch andre Kanäle in die Kiemen. In die Kiemen- oder Lungenvenen der Gasteropoden scheinen auch häufig kleinere Venen zu münden, so dass nicht lauter rein arterielles Blut in das Herz gelangt.

Cephalopoden. Bei den Vierkiemern tritt das Blut durch vier, bei den Zweikiemern durch zwei stärkere Gefässe, die bei mehreren Gattungen an einer Stelle erweitert sind und pulsiren und also wahren Vorhöfen gleichen, in das Aortenherz, das gegen sie bei der Systole durch Klappen geschlossen wird. Eine *aorta anterior* ist der Stamm mehrerer grösserer Arterien, welche den oberen Theil des Darmcanals, Geschlechtstheile, Leber, Mantel, Kopf und Arme

versorgen; aus einer *arta posterior* entspringen die für die Ernährung des hinteren Theiles des Darmkanals, des Tintenbeutels, der Kiemen und den Bauchtheil des Mantels bestimmten Arterien.

Das durch den Körper durch eigenwandige Arterien verbreitete Blut gelangt zu den Kiemen theils durch eigenwandige Venen, theils durch wandungslose, häufig sehr geräumige Körperlacunen, wobei sich mehrere Verschiedenheiten zeigen.

Bei den Octopoden gehen die Armvenen, zwei aus jedem Arme, in einen grossen Gefässring im Kopf, aus welchem sich eine starke Kopfvene neben dem Darmkanal herabbegiebt, die unterwegs andere Venen aufnimmt und endlich, vereint mit dem grossen visceralen Venenbehälter, ihr Blut in die Hohlvenen ergiesst. Aus den Eingeweiden sammelt sich das Blut in zwei Abdominalvenen, welche die Genitalvenen aufnehmen und sich in eine grosse Visceralhöhle öffnen, von der freilich noch nicht mit völliger Gewissheit angegeben werden kann, ob sie blos als eine schlauchartige Erweiterung jener Venen oder als blosse mit einem Peritonealüberzuge versehene Leibeshöhle zu betrachten. Das Blut badet in ihr direct den Schlundkopf, Schlund, Speicheldrüsen, Magen, Ganglienring, die Hauptnervenstränge und die *aorta anterior s. ascendens.* Durch zwei aus dieser Lacune entspringende Hohlvenen wird das Blut in die sogenannten (nicht pulsirenden) Kiemenherzen und in die Kiemen geleitet. Die Mantelvenen münden direct in die Kiemenherzen.

Etwas anders sind diese Verhältnisse bei den Loliginen. Bei ihnen umgiebt ein venöser Sinus, der das Blut aus den (nur eine Vene habenden) Armen und der Mundgegend empfängt, den Schlundkopf und setzt sich nach hinten mit dem Oesophagus in die Höhlung des Kopfknorpels fort, in der das Gehirn liegt. Dieser Sinus

dehnt sich aber nicht weiter aus, wie es bei den Octopoden der Fall ist, sondern alles Blut des Abdomens läuft in eigenen Venen. Eine starke *vena cephalica* steigt mit dem Darmkanal herab und theilt sich in zwei Hohlvenen. In die linke Hohlvene mündet die grosse *vena hepatica posterior*, in die rechte ein vom Rectum und dem Tintenbeutel kommender Venenstamm und eine Genitalvene. Gleicher Weise öffnen sich die Venen der Flossen und die Mantelvenen in die *venae cavae*.

6. Das Gefässsystem der Wirbelthiere.

Auch hier steht *Branchiostoma* isolirt unter allen Wirbelthieren, indem bei diesem Fische das Gefässsystem wegen Abwesenheit des Herzens, bei Contractilität aller grösseren Gefässstämme eine merkwürdige Uebereinstimmung mit dem Circulationsapparate der Anneliden zeigt. Ein grösserer, unter der Kiemenhöhle gelegener Stamm ersetzt das Kiemenherz der übrigen Fische; er empfängt das Blut aus dem Hohlvenenstamme und treibt es durch zahlreiche kleine Bulbillen in die Kiemenarterien, deren man 25 bis 50 zählt. Aus den Kiemen sammelt sich das Blut in eine Körperaorta, über dem Kiementhorax, zu welchem auch vorn zwei herzartige Aortenbogen aus der das Kiemenherz repräsentirenden Röhre führen. Ausser diesen erwähnten Gefässen gehört zu den grösseren contractilen Stämmen ein an der Bauchseite des Intestinum gelegenes Pfortaderherz. Ein Herzbeutel ist nicht da.

Der Herzbeutel. Das Herz. Die in das Herz mündenden und aus dem Herzen kommenden Stämme.

Das Herz der Wirbelthiere ist mit einem Herzbeutel versehen, dem der Herzbeutel der Mollusken analog ist, mit dem man aber nicht den venösen Sinus der Crustaceen verwechseln darf. In ihm liegt das Herz gewöhnlich in der

Art, dass der sich (wie eine Zipfelmütze) einstülpende Herzbeutel auch einen unmittelbaren Ueberzug bildet. Bei den Cyclostomen (mit Ausnahme von *Petromyzon*), den Stören, Chimären und Plagiostomen communicirt die Herzbeutelhöhle durch eine Klappe oder Röhre mit der Bauchhöhle.

Fische. Das an der Kehle, zwischen den Seitentheilen des Schultergürtels und unter dem Kiemengerüst gelegene Herz der Fische ist Kiemenherz; es empfängt das venöse Blut des Körpers und treibt es in die Kiemen, von wo es nicht zum Herzen zurückkehrt, sondern in die Körperarterien übergeht. Es besteht aus einer Vorkammer und einer Kammer; nur bei Lepidosiren finden sich zwei Vorkammern, eine linke für das Lungenvenenblut, eine rechte für das Körpervenenblut. Der auf die Kammer folgende Arterienstiel (*truncus s. bulbus arteriosus*) bietet wichtige fundamentale Unterschiede dar. Bei den Cyclostomen und den eigentlichen Knochenfischen sind an der Uebergangsstelle zwei Klappen, welche den Rücktritt des Blutes, in die Kammer hindern. Von den Cyclostomen unterscheiden sich aber die Knochenfische, dass bei diesen die contractile Gefässschicht, welche durch die Kiemenvenen und Körperarterien geht, eine beträchtliche Anschwellung bildet. Bei den übrigen Knorpelfischen aber und den Ganoiden sind im *bulbus arteriosus* selbst drei bis sechs Klappenreihen angebracht, und der *bulbus* hat einen eigenthümlichen, sehr plötzlich aufhörenden Muskelbeleg von derselben Beschaffenheit wie die Muskelsubstanz des Herzens, woraus sich ergiebt, dass man den *bulbus arteriosus* der genannten Fische nicht als gleichbedeutend mit dem *bulbus arteriosus* der Cyclostomen und der eigentlichen Knochenfische, sondern als eine wirkliche Herzabtheilung betrachten muss.

Der aus dem *truncus arteriosus* hervorgehende Kiemenarterienstamm giebt rechts und links die Kiemenarte-

rien ab. Bei einigen Fischen (*Amphipnous Cuchia*, *Lepidosiren*, *Monopterus*) steht die Kiemenarterie auch in directer Verbindung mit der Aorta. Die Kiemenvenen treten zur Bildung der *aorta descendeus* zusammen, nachdem sie bei den meisten Fischen schon die Carotiden und andere für das Herz, das Zungenbein, den Kiemenapparat u. s. w. bestimmte Arterien abgegeben. Indem bei den Knochenfischen die aus der Vereinigung der Kiemenvenen entstandenen Bogen sich auch vorn unter der *basis cranii* vereinigen, entsteht der sogenannte *circulus cephalicus s. arteriosus.*

Nackte Amphibien. Die mit Kiemen athmenden Batrachierlarven und Perennibranchiaten schliessen sich mit ihrem Kreislauf eng an die Fische an, indem sich Klappenreihen im *bulbus arteriosus* finden, und die *venae branchiales* nicht, wie die Lungenvenen, zum Herzen zurückkehren, sondern nach Abgabe der Arterien für die vorderen Körpertheile sich zu einer *aorta descendens* vereinigen.

Das Herz der nackten Amphibien hat zwei, nur bei *Proteus* nicht vollständig getrennte Vorkammern und eine einfache Kammer. Die linke Vorkammer empfängt das Lungenvenenblut, die rechte das Körpervenenblut und beide Blutarten werden gemischt aus den Kammern von einem *truncus arteriosus* aufgenommen, aus welchem ausser den Lungenarterien und mit Abgabe der Carotiden und einiger anderen für den Kopf bestimmten Arterien, ein oder mehrere Paare Aortenbogen entspringen; diese vereinigen sich zur *aorta descendens.*

Beschuppte Amphibien. Bei den beschuppten Amphibien sind zwei Vorkammern und zwei Kammern vorhanden, letztere communiciren jedoch in den meisten Fällen mit einander und nur bei den Krokodilen findet sich ein vollständig geschlossenes *septum ventriculorum.* Das Lungenvenenblut tritt in die linke Vorkammer und aus dieser in die linke Kammer, welche es

gewöhnlich in die rechte Kammer treibt. In diese strömt auch das venöse Blut aus der rechten Vorkammer und sowohl die Aortenbogen als die Lungenarterien entspringen aus ihr. Durch Klappenvorrichtungen ist es jedoch möglich gemacht, das Blut zum Theil abzusperren und, jenachdem das Thier athmet oder nicht athmet, und die Kammer mehr mit arteriellem oder mit venösem Blute gefüllt ist, das Blut zum Eintritt in die Körper- oder Lungenarterie zu vermögen. Die Arterienbogen entspringen bald getrennt aus der Herzkammer, wie bei einem Theile der Schildkröten, wo der rechte bald nach seinem Ursprunge einen Stamm für die vorderen Körpertheile, die linke aber mehr an der Stelle, wo sie sich mit der rechten zur Aorta vereinigt, die *coeliaca* abgiebt, und bei den Ophidiern, wo auch vor der Vereinigung zur Aorta mehrere Arterienstämme abgehen. Bei einem anderen Theile der Schildkröten und den Sauriern ist ein *truncus arteriosus* vorhanden, aus welchem bei den Sauriern jederseits zwei Aortenbogen entspringen, die sich, nach Bildung einer rechten und einer linken Aortenwurzel, zur *aorta descendens* vereinigen. Trotz der geschlossenen Herzscheidewände gelangt auch bei den Krokodilen kein rein arterielles Blut in den Körper, indem die aus der linken, also rein arterielles Blut enthaltenden Kammer kommende *aorta dextra* an ihrem Ursprunge mit der venöses Blut führenden und der rechten Kammer angehörigen, aber schwächeren *aorta sinistra* communicirt. Die Krokodile haben sich jedoch dem Typus der Vögel und Säugethiere am meisten genähert.

Vögel und Säugethiere. Erst bei ihnen ist eine vollkommene Scheidung des arteriellen und venösen Systems eingetreten und nie, wenigstens nicht bei ausgewachsenen Thieren, communiciren die Herzabtheilungen, zwei Kammern und zwei Vorkammern mit einander. Bei den Vögeln nimmt der den linken an Ausdehnung übertreffende rechte Vorhof die drei Hohlvenen auf; aus

der rechten Kammer, welche gegen den Vorhof durch eine lange, dicke, muskulöse Klappe geschlossen wird, geht die Lungenarterie ab, geschieden durch drei *valvulae semilunares.* Die beiden Lungenvenen ergiessen ihr Blut in die linke Vorkammer. Der Eingang aus dieser in die linke Kammer ist mit einer dünnhäutigen zweizipfeligen Klappe versehen, und die durch ihre ausserordentlich dicken Wandungen sich auszeichnende linke Kammer hat am Eingange in die Aorta auch drei halbmondförmige Klappen. Das Herz der Säugethiere stimmt noch mehr im Wesentlichen mit dem menschlichen überein. Bemerkenswerth ist die sinusartige Erweiterung der *arteria pulmonalis* vieler Taucher (Delphin, Seehund u. a.). Sie dient zur Ansammlung des venösen Blutes, während das Thier unter Wasser ist und nicht athmen kann.

Accessorische Herzen kommen sowohl an dem Arterien-, als an dem Venensystem vor. Hierher gehört die muskulöse Anschwellung an der *arteria axillaris* der Chimären und *Torpedo.* Ein Venenherz sehen wir an der *vena caudalis* von *Anguilla* und *Muraenophis*, ein Pfortaderherz bei den Myxinoiden.

Allgemeine Uebersicht über das Arteriensystem.

Die Natur selbst hat uns in der Umwandlung der Kiemenathmung in die Lungenathmung bei den nackten Amphibien und in der Entwickelung des Gefässsystems der höheren Thiere die Mittel in die Hand gegeben, das Aortensystem der Fische mit den Lungengefässen und den Aorten der Luftathmer zu vergleichen. Indem mit den Kiemen das Kapillarnetz der Kiemen verschwindet, reducirt sich auch die Zahl der Kiemenarterien und Kiemenvenen, und es werden aus ihnen theils die Aortenbogen vom *truncus arteriosus* zur Aorta, welche die Carotiden und andere Gefässe für den Vorderkörper abgeben, theils die Lungenarterien. Auch bei den Embryonen der höheren Thiere

finden sich Anfangs mehrere Aortenbogen, aus welchen sowohl die Lungenarterien als die Gefässe der vorderen Körpertheile abgehen. Erst später treten die Lungengefässe bis zum Herzen zurück und communiciren dann nicht mehr mit der Aorta. Die Vögel, Säugethiere und Menschen behalten nur einen Aortenbogen übrig. So sind also alle diejenigen Gefässe, welche von den Kiemenvenen vor ihrer Vereinigung zur Aorta abgegeben werden, denjenigen Arterien der höheren Thiere analog, welche im Fötalzustande derselben aus den Aortenbogen kamen oder aus dem bleibenden Aortenbogen entspringen.

Wiewohl die Aorta die vornehmste, die Wirbelsäule begleitende Arterie ist, giebt es doch noch andere, längs der Wirbelsäule verlaufende Arterien, welche besondere Systeme bilden, die theils zusammen vorkommen, theils sich ersetzen, und durch deren allgemeine Betrachtung erst die Anordnung des Arteriensytems beim Menschen sich begreifen lässt *).

1. System der *arteria subvertebralis impar.* So wird die Arterie bezeichnet, welche bei allen Wirbelthieren gewöhnlich *aorta descendens* genannt wird, bei den Myxinoiden aber auch, aus den Kiemenvenen entstehend, als *aorta ascendens* unmittelbar nach vorn sich fortsetzt.

Hierher gehören also: *aorta descendens*,
arteria sacralis media s. caudalis,
arteria vertebralis impar (Schlangen, Myxinoiden),
arteria vertebralis media capitis (Myxinoiden).

Aus diesem System werden vorzugsweise die Eingeweide versorgt.

*) Wir halten uns hierbei an die Darstellung von J. Müller in der unten citirten Schrift.

2. System der *arteriae subvertebrales laterales*, zwei Stämme, welche durch ihre Lage zur Seite der *subvertebralis impar* und, wie diese, unter der Wirbelsäule, unter und vor den Rippenköpfchen, bestimmt werden.

arteria cervicalis profunda
intercostalis prima
iliolumbalis
sacra lateralis
carotides
} Mensch und Säugethiere,

subvertebrale Stämme der Kopfarterien der Fische *(circulus cephalicus)*.

3. System der *arteriae vertebrales laterales s. transversales.* Sie liegen über den Rippenköpfchen oder im Kanal der Querfortsätze.

arteria vertebralis (Mensch, Säugeth., Vögel, Krokodile).
arter. intercostalis communis anterior und *posterior* (Vögel, Schildkröten).

Die *intercostalis prima* des Menschen ist also nicht der *art. intercostalis comm. anterior* der Vögel und Schildkröten analog. Beide ersetzen sich in der Abgabe von Intercostalästen.

4. System der *arteriae spinales anteriores* und *posteriores* am Rückenmark. Diese Arterien können aus jedem der drei erstgenannten Systeme entspringen; sie begeben sich durch die Intervertebrallöcher. So allgemein aufgefasst, muss man die *carotis cerebralis* mit ihren Verzweigungen hierher rechnen, analog den *arteriae spinales* der Wirbelsäule.

5. System der *arteriae epigastricae.*

Unpaarige *epigastrica descendens* aus den Kiemenvenen einiger Fische *(Lucioperca, Aspro)*.
Paarige *epigastrica ascendens* und *descendens* aus der *subclavia* von *Esox*.

mammaria interna siv. epigastrica anterior und
epigastrica inferior der übrigen Wirbelthiere.

6. System der *arteriae intercostales*.

intercostales ventrales, aus den *epigastricae*,
intercostales dorsales, verschiedenen Ursprungs.

Allgemeine Uebersicht über das Venensystem *).

In allen Wirbelthieren findet sich ursprünglich dieselbe oder eine nur wenige Abweichungen zeigende Anlage des Venensystems, die indessen nur bei den Fischen persistent bleibt, bei den übrigen aber sehr bedeutende Veränderungen erleidet. Die Embryonen der Wirbelthiere haben zwei Paar Venenstämme, von denen man das vordere die Jugularvenen oder vorderen Kardinalvenen, das hintere die hinteren Kardinalvenen oder auch blos Kardinalvenen nennt. Indem beide Stämme jeder Seite sich vereinigen, bilden sie zwei quere Stämme, die *ductus Cuvieri*, welche, zu einem gemeinsamen Gange vereinigt, sich in die ursprünglich einfache Vorkammer des Herzens ergiessen. Bei den Fischen bleibt der linke Stamm der hinteren Kardinalvenen gegen den rechten zurück und dieser letztere allein hängt später mit der oder den beiden Schwanzvenen (*vena caudal. profunda*) zusammen. Eine Asymmetrie wird bei den Fischen herbeigeführt, indem die hinteren Kardinalvenen, zu einem gemeinschaftlichen Körpervenenstamm vereinigt, mit der *vena iugularis sinistra* einen *sinus venosus* bilden, in welchen sich die *vena iugularis dextra* einsenkt.

*) Nach J. Müller und H. Rathke in den unten cit. Schriften.

Bei den Schlangen bleiben von den Kardinalvenen, nachdem sie sich von den *ductus Cuvieri* losgelöst, nur die sogenannten *venae renales advehentes* als Fortsätze der *vena caudalis* übrig, mit denen bei den Fröschen, Eidechsen und Krokodilen sich die Venen der Hinterbeine verbinden. Bei den Vögeln gehen die Reste der hinteren Kardinalvenen als *venae renales advehentes* in die *venae iliacae*. Bei den Säugethieren gehen, nachdem die hinteren Hälften der hinteren Kardinalvenen verschwunden, die Schwanzvenen in die unterdessen entstandenen *venae hypogastricae* über. Die vorderen Hälften der Kardinalvenen verschwinden nicht gänzlich und werden zum oberen Ende der *vena azygos* und *hemiazygos*, die bei mehreren Säugethieren (Schwein, Wiederkäuer u. a.) getrennt bleiben.

Bei den Schlangen, Vögeln und Säugethieren verkürzt sich der gemeinsame Kanal der Cuvier'schen Gänge und wird in die sich erweiternde, ursprünglich einfache Vorkammer mit aufgenommen, so dass dann jeder Gang für sich, nach Entstehung der Scheidewand, in das rechte *atrium* mündet. Sie erscheinen demnach bei den Amphibien, Vögeln und einigen Säugethieren (Fledermaus, Ratte, Kaninchen u. a.) als die zwei oberen Hohlvenen. Bei anderen Säugethieren bildet sich zwischen den *venae iugulares* eine Anastomose, der Theil der linken Iugularvene zwischen der Anastomose und dem *ductus Cuvieri* ihrer Seite wird resorbirt, daher nur der rechte *ductus Cuv.* als vordere Hohlvene auftritt, der linke aber als das vordere Ende der *vena hemiazygos* übrig bleibt. Bei den Thieren mit vordern Extremitäten ergiessen sich die *venae subclaviae* in die Iugularvenen.

Die beiden Venenstämme vor dem Herzen bei den Embryonen vielleicht aller Wirbelthiere sind die Iugularvenen, welche die Venen aus dem Schädel, dem Gesicht und der Zunge aufnehmen. Die meisten Wirbel-

thiere, nämlich die Fische, Frösche, Schlangen, Vögel und ein Theil der Säugethiere (viele Nager, Pferd, Wiederkäuer) behalten jederseits nur eine, der *vena iugularis externa* des Menschen entsprechende Drosselvene; bei den Eidechsen und Krokodilen aber und anderen Säugethieren bildet sich eine zweite Drosselvene *(v. iugularis interna)* aus der ersten hervor. Indem bei den Vögeln die beiden Iugularvenen mit einander anastomosiren, erlangt gewöhnlich die rechte eine grössere Weite als die linke, und letztere kann sogar (bei den Spechten) ganz verschwinden.

Mit Ausnahme der Fische, wo das System der Iugular- und Kardinalvenen bleibt, treten bei den Wirbelthieren Vertebralvenen auf, welche die Venen der Wirbelsäule und Rippen aufnehmen, die früher mit den Iugular- und Kardinalvenen zusammenhiengen. Man bezeichnet sie als *venae vertebrales anteriores* und *posteriores*, die sich jedoch sehr verschieden hinsichtlich ihrer Lage zu den Wirbeln verhalten, indem sie bald unter den Querfortsätzen, bald über den Rippenköpfchen sich befinden, und die man, analog den Arterien, auch in mehrere Systeme bringen kann. So erhält man folgende:

1. System der paarigen Subvertebralvenen. Will man consequent die Venen nach ihrem Verhältniss zur Wirbelsäule gruppiren, so darf man das System der hinteren Kardinalvenen der Fische nicht als dem System der *vena azygos* und *hemiazygos* der höheren Wirbelthiere, denen die *venae vertebrales inferiores* der Batrachier und Ophidier entsprechen, fremd betrachten, sondern die hinteren Kardinalvenen der Embryonen und dieselben persistenten Adern der Fische werden nur durch die *vena azygos* und *hemiazygos* wiederholt. Am Halse der Säugethiere sind die Analoga dieser (von Müller wegen ihrer ursprünglichen Symmetrie *Conjugatae* genannten) Venen die *venae profundae cervicis.*

2. System der *venae vertebrales laterales s. transversales;* liegen wie die gleichbenannten Arterien über den Rippenköpfchen oder im Kanal der Querfortsätze. Es sind die *venae vertebrales* am Halse der Schildkröten, Vögel und Säugethiere *(venae vertebrales profundae)*, die *venae vertebrales postiores* der Chelonier, Krokodile und Vögel, welche hier für das System der *azygos* auftreten.

3. System der *vena subvertebralis media.* Diess ist das System der hinteren Hohlvene, welche sich bei den Amphibien, Vögeln und Säugethieren findet und dem das Pfortadersystem untergeordnet ist. Bei den Fischen wird das System der unteren Hohlvenen allein durch das Pfortadersystem repräsentirt.

Die Wundernetze.

Ausser der feinen Zertheilung der Gefässe in den Kapillarnetzen, zum Zweck der Ernährung, und in den Blutdrüsen ohne Ausführungsgänge finden wir auch sehr häufig noch eine andere Art von Gefässzertheilung, die schon längst unter dem Namen der Wundernetze (*rete mirabile*) bekannt ist, und deren Nutzen hauptsächlich in einer mechanischen, localen Verlangsamung des Blutes gesucht werden zu müssen scheint. Die Wundernetze kommen sowohl an den Arterien als an den Venen vor und in verschiedener Anordnung. Entweder geht das Gefäss nur einmal in die anastomosirenden oder nicht anastomisirenden Kanäle des Wundernetzes über, und diese vertheilen sich zuletzt in die Kapillaren (diffuse oder unipolare Wundernetze, *rete mirab. unipolare)*, dass das Wundernetz nur einen Wirbel hat; oder die Röhren des Wundernetzes sammeln sich wieder zu einem oder mehreren Stämmen, und diese erst nach weiterem Verlauf gehen in das Kappillarnetz über (bipolare oder

amphicentrische Wundernetze). In beiden Fällen kann die Bildung des Wundernetzes sich einfach auf die Arterien oder Venen (*ret. mirab simplex*), oder auf Arterien und Venen zugleich (*r. m. geminum*) erstrecken, wo dann die Zweige der arteriösen und venösen Theile des Wundernetzes zwischen und neben einander zu liegen pflegen, so dass sie sich berühren, ohne mit einander zu communiciren. Wir wollen die vorzüglichsten Wundernetze aufführen.

1. Das Wundernetz der Pseudobranchie. Die sogenannten Nebenkiemen oder Pseudobranchien sind gefäss- und blutreiche, den meisten Fischen zukommende Organe, welche zum Theil ein kiemenartiges Aussehen haben, zum Theil drüsenartig sind und bei den Knochenfischen im vorderen und oberen Theile der Kiemenhöhle liegen, bei den Plagiostomen aber am vorderen Rande des Spritzloches angewachsen sind. Die kiemenartigen Pseudobranchien liegen frei, die drüsigen sind von Haut und Muskeln bedeckt und oft sehr versteckt. Die feineren Elemente beider Arten sind gleich; es sind Federchen, gebildet aus knorpeligen Stielen, welche zwei Reihen von Blättchen tragen. Die Pseudobranchie erhält arterielles Blut von der *arteria hyoideo-opercularis* (aus der ersten Kiemenvene) oder vom *circulus cephalicus*. Die Arterie vertheilt sich in den Federchen in abweichender Weise, als die Gefässvertheilung auf den Kiemenblättchen ist, indem nicht ein feines Gefässnetz gebildet wird, sondern der Arterienzweig eines jeden Blättchens nur in wenigen Bogen zur Vene gelangt. Die Vene der Pseudobranchie ist die *arteria ophthalmica magna* für die Chorioidaldrüse und die Chorioidea.

Die Pseudobranchie bietet also ein Beispiel eines *rete mirabile bipolare simplex* dar.

2. Die Chorioidaldrüse der Fische und die Wundernetze der *chorioidea* der übrigen Wirbelthiere. Die Chorioidaldrüse der Fische ist eins der

ausgebildetsten Wundernetze, ein bipolares Zwillingswundernetz. Sie steht in genauer Beziehung zur Pseudobranchie, indem sie bei den allermeisten Knochenfischen, welche letztere besitzen, gleichfalls beobachtet ist, bei anderen aber, die die Pseudobranchie nicht haben (z. B. Welse, Aale), auch fehlt. Nur die Störe und Plagiostomen haben die Pseudobranchie ohne die Chorioidaldrüse. Die *vena ophthalmica magna* bildet, ehe sie sich auf der *chorioidea* verzweigt, ein amphicentrisches Wundernetz, und zwischen diesen Röhren liegt das gleichfalls amphicentrische Wundernetz in welches die Chorioidalvenen vor ihrem Uebergange in die *vena ophthalmica magna* sich verzweigen.

Auch die übrigen Wirbelthiere haben Wundernetze der *chorioidea*, aber diffuse. Bei ihnen ist die Chorioidaldrüse das äussere Blatt der *chorioidea*, in welchem die gröbere Verzweigung der *arteriae ciliares posteriores breves* vor sich geht, und hieraus erst entspringt das eigentliche tiefere Kapillarnetz der Aderhaut. Mit den Venen verhält es sich ebenso.

3. Die Wundernetze der Karotiden. Die aus der ersten Kiemenvene entspringenden Karotiden der Plagiostomen bilden in der Gegend der Augenhöhlen ein amphicentrisches Wundernetz. Diess ist auch bei den Vögeln an dem für die Augen bestimmten Aste der *carotis interna* häufig. Bei den Säugethieren ist es namentlich die *carotis cerebralis* (Wiederkäuer), welche im Inneren des Schädels in ein bipolares Wundernetz übergeht. Ein sehr schönes Wundernetz wird bei der Katze durch die inneren Gesichtsarterien gebildet hinten in der Augenhöhle.

4. Die Wundernetze der Schwimmblase. Das Gefässsystem der Schwimmblase der Fische zeigt alle mögliche Formen der Wundernetze. Ein diffuses, über die ganze Schwimmblase ausgebreitetes, besitzen die Cyprinen; auch die Hechte haben diffuse Wundernetze

in Form von Wedeln, zwischen denen das eigentliche Kapillarnetz, aber in geringer Ausdehnung, sich befindet. Gewöhnlich aber sind diese Wundernetze noch mehr concentrirt, indem es zur Bildung der sogenannten rothen Körper oder Blutgefässkörper kommt. Diese finden sich als bipolare Wundernetze u. a. bei *Gadus*, *Perca*, *Lucioperca*, am vollständigsten bei den Aalen.

5. Die Wundernetze am chylopoetischen System. Diese Wundernetze gehören zu den vereinzelten Erscheinungen. Sie kommen namentlich bei einigen Haien, den Thunfischen und dem Schweine vor.

Bei *Lamna cornubica* muss alles für Darm, Magen, Leber, Milz, Pancreas bestimmte Blut vor der Vertheilung auf die Eingeweide durch zwei, im obersten Theile der Bauchhöhle vor und seitlich vom Schlunde liegende Wundernetze, durch welche auch die Venen zurrückkehren. Ein unipolares Wundernetz findet sich am Klappendarm von *Squalus vulpes.* Noch complicirter, als bei *Lamna cornubica* ist die Bildung der *retia mirabilia* bei den Thunfischen, indem bei ihnen nicht nur der grösste Theil der Eingeweidearterien vor ihrer Vertheilung, sondern auch die Gefässe des Pfordadersystems, ehe sie in die Leber treten, durch die amphicentrischen Wundernetze gehen. Die kleineren derselben sind spindelförmig, die grösseren gleichen Kegeln, die mit ihrer Basis der Leber angewachsen sind.

Beim Schweine bilden die Gekrösarterien ein diffuses Wundernetz.

6. Intercostalwundernetze werden bei den ächten Cetaceen durch die *arteriae intercostales* gebildet.

7. Die Wundernetze an den Extremitäten und im Schwanze finden sich bei vielen Säugethieren; so an der *arteria brachialis* der Cetaceen, an der *art. brachialis* und *caudalis* mehrerer Edentaten (Faulthier,

Gürtelthier), Tarsier u. a. Am Schwanze sind sie bei *Myrmecophaga* und *Bradypus* beobachtet. Auch die Venen können daran Theil nehmen. Diese Netze gehören zu den unvollkommensten, da sie sich häufig nur auf das Zerspalten eines Theils des Gefässes in eine nicht gar grosse Anzahl Nebenzweige beschränken, durch welche der Hauptstamm hindurchtritt.

Das Lymphgefässsystem.

Das den Wirbelthieren (mit Ausnahme von *Branchiostoma*) allgemein zukommende Lymphgefässsystem entsteht in Form eines Netzwerkes, das dem Kapillarnetz der Blutgefässe ähnlich ist, aber stärkere Kanäle hat. Die Lymphgefässchen finden sich in fast allen Organen, nur in den Knochen und im Auge sind sie bis jetzt nicht beobachtet. Die aus den Netzen hervortretenden Zweige sammeln sich zu grösseren, in die Venenstämme einmündenden Stämmen.

Bei den Fischen liegen ein oder mehrere solcher Stämme unter der Wirbelsäule, andere unterhalb der Seitenlinie, zwischen den Hälften des Seitenmuskels. Letztere münden sowohl durch einen gemeinschaftlichen Sinus in die *vena caudalis*, als, wie die oberen, in die vorderen grossen Venenstämme.

Bei den Amphibien ist das Lymphgefässsystem ausserordentlich entwickelt und bildet häufiger, als bei den übrigen Wirbelthieren, grössere Cysternen, oder die Blutgefässstämme werden von den Lymphgefässen ganz umhüllt. Sie sammeln sich zu einem oder zwei, in die vorderen Venenstämme einmündenden *ductus thoracici*. Eine eigenthümliche Erscheinung sind auch die Lymphherzen. Es finden sich deren bei den Fröschen vier bei den übrigen Amphibien zwei. Die vorderen Lymphherzen des Frosches liegen auf den Querfortsätzen des dritten Wirbels, unter dem hinteren Ende der Schulterblätter.

Die hinteren aller Reptilien liegen oberflächlich in der *regio ischiadica*. Ihre rythmischen Contractionen sind namentlich beim Frosch leicht wahrzunehmen.

Bei den Vögeln spaltet sich ein grosser, vor der Aorta verlaufender Stamm in zwei *ductus thoracici*, welche in die obere Hohlvene gehen. Ein anderer, die Kaudallymphgefässe vereinigender Stamm tritt in die seitliche Kaudalvene. Auch mehrere Vögel (z. B. die Struthionen) besitzen ein contractiles Lymphherz an dem oben erwähnten Kaudalstamme, an dessen Stelle bei den meisten nur eine häutige Erweiterung sich findet.

Die Säugethiere zeichnen sich vor den übrigen Wirbelthieren dadurch aus, dass ihr Lymphgefässsystem sehr reich ist an sogenannten lymphatischen Drüsen (*ganglia lymphatica*), deren Vorkommen an der Hals- und Brustgegend der Vögel nicht sicher ist. Diese Lymphdrüsen haben die grösste Aehnlichkeit mit den amphicentrischen Wundernetzen der Arterien und Venen und liegen meist ebenso zerstreut, aber doch an bestimmten Orten vorzugsweise angehäuft, wie beim Menschen, also namentlich am Halse, in der Achsel, Lendengegend, im Mesenterium. Besonders bei vielen Raubthieren, den Delphinen und Robben entsteht durch die Vereinigung fast aller Mesenterialdrüsen das von seinem Entdecker sogenannte *pancreas Asellii*, aus welchem bei den Robben nur ein einziger Gang, der *ductus Rosenthalianus* führt. Aus einer unter dem Zwerchfell befindlichen Lymphcysterne gehen ein oder zwei *ductus thoracici*. Sind es zwei, so vereinigen sie sich bald, und dieser Stamm tritt in die linke Schlüsselbeinvene, während kleinere Zweige in die rechte *vena sublaria* und *iugularis* münden.

Fr. Will, Blutgefässsystem von *Alcyonium palmatum*. Fror. Not. B. 28. 1843.

Milne-Edwards, *Recherches pour servir à l'histoire de la circulation du sang chez les Annélides. Ann. d. sc. nat. 2 sér. X.* 1838.

Audouin et Milne Edwards, *Recherches anatomiques et physiologiques sur la circulation dans les Crustacés. Ann. d. sc. n. XI.* 1827.

Das Blutgefässsystem der Daphnien ist sehr ausführlich beschrieben in der Monographie von E. Schödler, Ueber *Acanthocercus rigidus*. Wiegmann's Archiv 1847.

G. Newport, *On the structur, relations and development of the nervous and circulatory systems, and on the existence of a complete circulation of the blood in vessels, in Myriapoda and Macrourous Arachnida. Philosophical transact.* 1843. S. auch Fror. Not. B. 28. 1843.

Verloren, *Mémoire en réponse à la question suivante: éclaircir par des observations nouvelles le phénomène de la circulation dans les insectes etc.* (in den *Mémoires couronnés etc. par l'Académie royale de Belgique T.* 19. 1847. Dasselbe in „Holländische Beiträge zu den anatomischen und physiologischen Wissenschaften." Bd. I. H. 2.

M. Edwards, *Observations sur la circulation. Ann. d. sc. nat. 3. sér. III.* 1845. *p.* 257.

M. Edwards et Valenciennes, *Nouvelles observations sur la constitution de l'Appareil circulatoire chez les Mollusces. l. cit. p.* 307. Fortsetzung in *t. III. pag.* 341. ferner in *t. VIII.* 1847. *p.* 37.

J. Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Dritte Fortsetzung. Ueber das Gefässsystem. 1841.

H. Rathke, Ueber den Bau und die Entwickelung des Venensystems der Wirbelthiere. In: Dritter Bericht über das naturwissenschaftliche Seminar zu Königsberg. 1838.

Panizza, *Sopra il sistema linfatico dei rettili etc. Pavia* 1833.

J. Müller, Ueber die Existens von vier getrennten, regelmässig pulsirenden Herzen, welche mit dem lymphatischen System in Verbindung stehen, bei einigen Amphibien. Müll. Arch. 1834.

Viertes Kapitel.

Die Respirationsorgane.

Durch die Respirationsorgane wird die athmosphärische Luft mit der Ernährungsflüssigkeit oder dem Blute so weit in Berührung gebracht, dass durch die trennenden Membranen hindurch ein Austausch von Stoffen, die Oxydation und Decarbonisation des Blutes geschehen kann. Mag nun aber die Luft unmittelbar geathmet werden, oder die dem Wasser beigemengte Luft zur Respirartion dienen, immer ist es in den Respirationsorganen auf eine Vermehrung der Oberfläche abgesehen, die freilich auf eine ausserordentlich verschiedene Weise erzielt werden kann.

Die Wasserathmung kann auf doppelte Art geschehen, durch Kiemen und durch die sogenannten Wassergefässe. Die Kiemen sind gewöhnlich äussere Anhänge von mannigfacher Form, in welchen das Blut die athmosphärische Luft aufsucht, während durch die Wassergefässe das Wasser in grösserer oder geringerer Ausdehnung durch den Körper verbreitet wird und so mit dem Blute in Berührung tritt, ohne dass dieses von seiner allgemeinen Körperbahn abgelenkt zu werden braucht. Daher haben diese Wassergefässe eine grosse Aehnlichkeit mit den Athmungswerkzeugen der Insekten, den Tracheen, durch welche die Luft in alle Körpertheile geleitet wird. Kann man auf diese Weise

Tracheen und Wassergefässe parallelisiren, so ist diess im Allgemeinen auch mit den Kiemen und Lungen zulässig, indem man die nächst den Tracheen für die Luftathmung bestimmten Lungen nicht unpassend mit eingestülpten Kiemen verglichen hat, zu welchen das Blut in der Regel auch in einer besonderen Bahn tritt. Dabei treffen wir zahlreiche Modificationen; so wird, um nur das abweichendste Beispiel anzuführen, die Kieme der Holothurien völlig lungenhaft, indem sie ganz in das Innere des Körpers eingestülpt ist. In vielen Fällen unterscheidet sich die Oberfläche der Körperanhängsel, welche man Kiemen nennt, wenig oder nicht von der allgemeinen Hautoberfläche, so dass alsdann die Kiemen sich nur durch ihren grösseren Blut- und Gefässreichthum auszeichnen, und so kann, wo eine besondere Kiemenentwickelung nicht statt findet, die Hautbedeckung selbst, namentlich wenn sie eine zartere, schleimhautartige Beschaffenheit angenommen, als Athemorgan fungiren. Sie scheint jedoch nur selten das alleinige Athemorgan zu sein.

1. Die Respirationsorgane der Infusorien.

Man hat bisher ganz allgemein angenommen, dass die Infusorien der besonderen Athmungswerkzeuge ermangelten, und dass ihre Respiration lediglich durch die Haut vermittelt würde. Gewiss ist, nach der eben gemachten Bemerkung, ihre Hautbedeckung ganz zu diesem Zwecke geeignet, allein, wie man überhaupt zu viel Gewicht auf die Hautrespiration gelegt hat, scheint sie auch bei den meisten Infusionsthieren nicht auszureichen, vielmehr weisen einige Beobachtungen darauf hin, dass diejenigen Infusorien, bei weitem die Mehrzahl, welche mit regelmässigen, mehr oder weniger rythmisch contractilen Blasen versehen sind, durch diese Blasen Wasser

zur Unterhalung des Respirationsprocesses in das Innere aufnehmen und auspumpen *).

Die contractilen Blasen variiren bei den verschiedenen Gattungen und Arten sehr an Form und Zahl Gewöhnlich sind sie kugelig, wie z. B. bei *Bursaria* (1 oder 2), *Nassula* (1 bis 3), *Stentor* (1 bis 2); länglich ist die Blase bei *Spirostomum*; sternförmig bei *Paramaecium Aurelia* (2), und sehr zahlreich sind die Ausstrahlungen des contractilen Organs von *Bursaria leucas.*

2. Die Respirationsorgane der Strahlthiere.

Polypen. Bei beiden Ordnungen der Polypen circulirt in der Leibeshöhle eine, wohl zum grössten Theile aus Wasser bestehende Flüssigkeit, obschon, wegen der

---

*) Ich stehe nicht an, diese neue Ansicht in das Handbuch aufzunehmen, weil sie auf wirklichen Beobachtungen fusst, während die sonst aufgestellten Meinungen nur Erklärungsversuche sind. Es wird nicht unzweckmässig sein, meine Mittheilung darüber in Fror. Notiz. Bd. IX. 1849. S. 6. zu wiederholen: „Wer die Infusorienliteratur verfolgt hat, weiss, wie sehr man sich von verschiedenen Seiten abgemüht hat, die Function der durch Ehrenberg lang bekannten contractilen Blasen physiologisch richtig zu deuten. Man mag sich nun bei *Bursaria leucas* davon überzeugen, was ich wohl an hundert Exemplaren gesehen (genommen aus dem Teiche im sogenannten Prinzessinnengarten in Jena), dass die contractile Blase eine constante Mündung nach aussen hat, dass sie, sich nach dieser Mündung hin zusammenziehend, ihren wasserklaren Inhalt durch dieselbe entleert, und dass sie sich wieder von aussen füllt, mit einem Worte, dass sie ein Respirationsorgan ist mit ihren zahlreichen Strahlen und gefässartigen Anhängen. gleichwerthig mit dem von mir bei den Turbellarien nachgewiesenen Wassergefässsystem, ein neuer Beleg für die angeregte Verwandtschaft. Um den Gegenstand befriedigend zu erledigen, sind freilich noch ausgedehnte und genaue Untersuchungen nöthig, ich hoffe aber wenigstens einen Weg angebahnt zu haben. Bei vielen Infusorien wird man desshalb äusserlich keine Oeffnung der contractilen Blase finden, weil dieselbe möglicherweise in die Mundvertiefung geht, wie mir diess z. B. bei einigen Stentoren wahrscheinlich geworden.“

Bauart dieser Thiere, nicht in Abrede zu stellen, dass der aus den Darmwänden abgeschiedene Chylus sich damit vermischt. Bei den Anthozoen wird das Wasser durch die im Magengrunde befindliche Oeffnung eingenommen und wieder ausgespieen, bei den Bryozoen, wo dieser Weg, bei geschlossenem Darmkanale, nicht möglich, sind Oeffnungen in der Nähe des Afters entdeckt. Die Flüssigkeit wird durch Flimmerorgane in Bewegung gesetzt und längs der Körperwände bis in die Spitzen der hohlen Fühler umhergetrieben. Bei den Polypencolonieen, wo die einzelnen Polypenleiber mit dem Stocke kommuniciren, setzen sich auch diese Strömungen durch den ganzen Polypenstock und von einem Individuum zum andern fort. Jedenfalls wird durch die willkürliche Aufnahme von Wasser für die Erneuerung der Säftemasse gesorgt, allein diese Vorrichtungen für ein blosses Wassergefässsystem zu halten, dagegen spricht, wie bemerkt, die anatomische Beschaffenheit des Verdauungsapparates, an dem bis jetzt noch keine, den Chylus abführenden Gefässe entdeckt sind; auch weist der Umstand, dass bei vielen Polypen die Geschlechtsproducte längere Zeit in der in der Leibeshöhle enthaltenen Flüssigkeit verweilen, auf eine Vergleichung mit der nicht in Gefässen enthaltenen Chylusflüssigkeit vieler Ringelwürmer hin (s. o. S. 190). Kurz, die physicalischen wie die physiologischen Erklärungsweisen wollen hier nicht ausreichen.

Uebrigens ist sowohl die Körperoberfläche, soweit sie nicht verkalkt und verhornt ist, als besonders die Tentakeln sehr zur Unterhaltung des Respirationsprocesses geeignet.

Quallen. Die Rippen- und Scheibenquallen zeigen hinsichtlich ihres Respirationssystems viel Uebereinstimmendes mit den Anthozoen, indem auch bei ihnen durch den Magen Wasser in blindsackartige Anhänge und in radiäre Kanäle gelangt, die in Verbindung mit Ringgefässen stehen. Dieses Wassergefässsystem hat man früher

theils als zum Verdauungsapparat gehörig betrachtet (Scheibenquallen), weil, wie bei den Polypen, häufig Speisepartikelchen aus dem Magen zufällig mit hinein gerathen, theils für ein wahres Blutgefässsystem gehalten (Rippenquallen). Bei den Scheibenquallen tritt das Wasser unmittelbar aus dem Magen oder dessen Blindsäcken in die radiären Kanäle, die, einfach oder sich theilend, nach dem Scheibenrande verlaufen und dort in ein Ringgefäss einmünden, aus welchem das unbrauchbar gewordene Wasser durch mehrere Oeffnungen (After) entleert werden kann. Die Zahl dieser Kanäle ist sehr variabel. So z. B. finden sich bei *Medusa aurita* acht einfache und eben so viele mit gabelförmigen Seitenzweigen; bei *Aequorea* zählt man 74.

Bei den Rippenquallen wird das Wasser auch durch den Magen eingenommen, kommt aber aus ihm erst in eine trichterförmige Höhle, von welcher mehrere Kanäle für die Arme, Magenwände und Rippen entspringen. Die Rippenkanäle münden auch in ein den Mund umgebendes Ringgefäss; jedoch sind in diesem keine Oeffnungen, sondern das Wasser wird durch zwei aus dem Trichter nach dem Hinterleibsende verlaufende Röhren ausgeführt. In allen diesen Gefässen sind zahlreiche Flimmerorgane, welche eine regelmässige Bewegung des Wassers unterhalten. Sollten sich auch, wie oben (S. 185) gesagt, die Angaben über das die Wassergefässe umspinnende Blutgefässsystem nicht bestätigen, so würden dennoch diese Wasserrespirationsorgane ihre Bedeutung nicht verlieren, da uns die Evertebraten noch andere Beispiele des Vorkommens von Wassergefässen ohne Blutgefässe darbieten (z. B. die Rhabdocoelen).

Bei der grossen Ungewissheit, welche jetzt in der Auffassung der Gesammtorganisation der Röhrenquallen eingetreten, lässt sich auch kaum über ihr Circulations- und Respirationssystem etwas Sicheres angeben. Es

scheint jedoch auch bei ihnen ein Wassergefässsystem zu herrschen. Namentlich mag bei vielen Gattungen, z. B. *Agalma*, *Agalmopsis*, *Diphyes*, die Höhle der sogenannten Schwimmstücke und ein, wie es scheint, mit derselben zusammenhängendes System von Gefässen hierher zu rechnen sein. Die (nach den Beobachtungen von Sars) sich von dem gemeinschaftlichen Stocke von *Agalmopsis elegans* loslösenden Gemmen zeigen ähnliche, vom Kern oder vom Magen abgehende Kanäle, wie die Rippen- und Scheibenquallen.

Echinodermen. Bei den Echinodermen ist auf sehr mannigfache Weise für die Athmung gesorgt, indem das Wasser theils frei in die Leibeshöhle aufgenommen wird, theils durch eigenthümliche Kanalsysteme durch den Körper verbreitet, theils auch durch besondere innere, vielleicht auch äussere Kiemen mit den Blutgefässen in Berührung gebracht wird.

Das in der Leibeshöhle der Echinodermen enthaltene Wasser, dessen Aufnahme durch äussere Oeffnungen geschieht, z. B. bei den Asterien durch eine Menge contractiler Röhrchen auf dem Rücken, bei den Ophiuren durch die Interradialspalten, scheint von grosser Wichtigkeit zu sein. Es bespült die Eingeweide und deren Blutgefässe unmittelbar und wird durch Flimmerepithelium in bestimmter Strömung erhalten.

Eine zweite Athemvorrichtung ist in dem Wassergefässsystem gegeben, dessen radiäre Kanäle in der Regel aus einem, zwischen den Blutgefässringen des Mundes gelegenen Ringgefässe entspringen und sich zwischen die Ambulacralbläschen-Reihen begeben, um den einzelnen Bläschen das Wasser zuzuführen. Auf diese Weise fungiren die Bläschen, auf deren Membran die feinsten Blutgefässnetze sich verbreiten, als Kiemen, und auch in diesem Wassergefässsystem wird der regelmässige Wasserwechsel durch Flimmerorgane erreicht. Es ist am

vollständigsten bei den Asteroiden, Echinoiden und Holothurien entwickelt.

Die fünf Paar tentakelartigen, contractilen und hohlen Blättchen in der Nähe des Mundes der Echinoiden würde man mit grösserer Gewissheit als äussere Kiemen anzusehen haben, wenn man den Eintritt der Blutgefässe in sie bemerkt hätte, was bis jetzt nicht geschehen.

Die Holothurien haben innere Kiemen. Der Stamm derselben entspringt aus der Cloake des Darmkanals, durch welche das Wasser aus- und eingepumpt wird, theilt sich aber bald in zwei, fast durch die ganze Leibeshöhle ragende Aeste. Diese sind mit vielen verzweigten Blindsäckchen besetzt, und der eine von ihnen ist eng mit dem Darmkanale, der andere mit den Leibeswandungen verbunden.

3. Die Respirationsorgane der Würmer.

Strudelwürmer. Gewiss findet bei allen Strudelwürmern eine Hautrespiration statt. Besondere Respirationsorgane sind bis jetzt nur bei den Rhabdocoelen in Form eines Wassergefässsystems erkannt. Dieses besteht in der Regel aus zwei Hauptkanälen, die entweder gesondert nach aussen münden (*Prostomum*, *Derostomum*, *Typhloplana sulphurea*) oder vermittelst starker Querkanäle durch eine gemeinschaftliche Oeffnung das Wasser aufnehmen (z. B. *Mesostomum*). Die feineren Verzweigungen dieser Wasserkanäle sind namentlich in *Derostomum unipunctatum* verfolgt. Das Wasser wird in ihnen durch hie und da angebrachte Flimmerläppchen in Bewegung gesetzt, doch scheint diess allein nicht auszureichen, die Stagnation zu verhüten, und um das Wasser gänzlich zu erneuen, ziehen sich die Rhabdocoelen oft plötzlich zusammen, wie die Räderthiere, wodurch die Flüssigkeit auf einmal aus den Gefässen gepresst wird. Bei der Ausdehnung wird dann frisches Wasser eingesogen. Auch

ist öfters an den Stigmen das äussere Flimmerepithelium besonders ausgebildet und thätig, so dass an diesen Mündungen die den ganzen Körper umspülende Wasserströmung verstärkt ist. Die Lage der Seitengefässe der Dendrocoelen und die in ihnen bemerkten Flimmerläppchen machen die Vermuthung nicht unwahrscheinlich, dass auch sie nach aussen münden. Die Nemertinen besitzen am Vorderende ganz ähnliche Grübchen, wie die in der Familie der *Microstomeae* zu beobachtenden, welche wahrscheinlich mit dem Wassergefässsystem in Verbindung stehen.

Helminthen. Bei den meisten Helminthen ist keine Spur besonderer Athemorgane vorhanden. Nur bei vielen Trematoden (*Diplozoon*, *Aspidogaster* u. a.) dürfte das verzweigte Gefässsystem, in welchem in unregelmässigen Abständen Flimmerorgane angebracht sind, Wasser führen, obschon dieses, bei dem Mangel äusserer Oeffnungen, durch Endosmose eingenommen werden müsste. Dem steht jedoch nichts im Wege, und es würde dieses Wassergefässsystem sich ganz wie das stigmenlose Tracheensystem vieler Insektenlarven verhalten.

Räderthiere. In der Leibeshöhle der Räderthiere erstrecken sich von dem Kopfende bis zur contractilen Blase zu den Seiten des Verdauungsapparates zwei bandförmige Organe, an denen man in der Regel mehrere knopfförmige Fortsätze bemerkt, deren mit Flimmerläppchen versehenes Ende wahrscheinlich nicht geschlossen ist. Alle diese Zitterorgane jeder Seite sind durch einen besonderen Kanal mit einander verbunden und lösen sich mit diesem mitunter selbständig von den bandförmigen Organen (Hoden *Ehbg.*) los, namentlich wenn sie in grösserer Anzahl vorhanden sind (*Notommata clavulata* und *myrmeleo*). Durch eine Nackenöffnung oder durch eine an deren Stelle befindliche Röhre (*sipho*) füllen die Thiere die Leibeshöhle mit Wasser, welches von da

wahrscheinlich in die Zitterorgane und deren Röhren genommen und von Zeit zu Zeit durch plötzliche Körpercontractionen wieder durch die Nackenöffnung ausgestossen wird. So ist also hinreichend für eine Wasserrespiration gesorgt, zufolge welcher man viel eher, nach Analogie ähnlicher Verhältnisse bei anderen Thierklassen, auf ein wahres oder lacunales Blutgefässsystem schliessen muss, als die Annahme dadurch wahrscheinlich wird, der Nahrungssaft würde blos aus den Magenwänden in die Leibeshöhle geschwitzt. Die contractile Blase, in welche die bandförmigen Organe münden und die Ehrenberg zum Geschlechtsapparat rechnet, soll nach v. Siebold das verbrauchte Athemwasser wieder aus dem Körper schaffen. So annehmbar diese Deutung scheint, ist sie doch zurückzuweisen, weil bei denjenigen Räderthieren, deren Zitterorgane mit ihrem Verbindungskanale sich von den bandförmigen Organen isolirt haben, die Blase nur mit den letzteren zusammenhängt.

Ringelwürmer. Bei den Hirudineen und Lumbricinen sind die Athemorgane Wassergefässe zu beiden Seiten des Darmkanals, welche am Bauche nach aussen münden und Schleifen mit oder ohne Erweiterung oder vielfach gewundene, unregelmässige Knäuel darstellen. In den meisten Fällen sind im Inneren dieser Kanäle Flimmerorgane beobachtet. Bei der auf dem Krebse schmarotzenden *Branchiobdella* finden sich vier schleifenförmige Organe. Ihr Ausführungsgang geht in eine gelbgefärbte Erweiterung, auf welche mehrere sich an einander legende Kanalwindungen folgen. Bei den übrigen Gattungen dieser Familie ist die Anzahl dieser Kanäle grösser (17 Paare bei *Sanguisuga* und *Nephelis*). Die gewöhnliche Angabe, dass bei ihnen die Flimmerläppchen fehlen sollen, beruht wohl auf mangelhafter Beobachtung. In den mit den Kiemengefässknäueln von *Nephelis vulgaris* zusammenhängenden Blasen, welche

Blut enthalten, befinden sich die Blutkörperchen in einer fortwährenden tanzenden Bewegung, hervorgebracht durch ein eigenthümliches, mit Flimmern besetztes, rosettenförmiges Organ. Die auch bei den Lumbricinen in grösserer Anzahl vorhandenen Kanäle bilden hier in der Regel vielfach verschlungene Knäuel, in welchen man daher die Flimmerbewegung nach verschiedenen Richtungen hin bemerkt. Man überzeugt sich am leichtesten bei den Naiden, dass das freie Ende der Kanäle in die Leibeshöhle sich öffnet. Das Verhältniss dieser Gefässe zu den Blutgefässen und zu der in der Leibeshöhle dieser Würmer enthaltenen Ernährungflüssigkeit (vergl. oben S. 190) ist aber durchaus noch nicht genügend aufgeklärt.

Die äusseren Kiemen der übrigen Ringelwürmer sind an den verschiedensten Körperabschnitten und in mannigfacher Gestalt angebracht. Es sind Fäden und einfache oder verästelte Läppchen und Bäumchen, die häufig contractil und entweder ganz mit Flimmerepithelium überzogen oder nur mit einigen Cilienreihen versehen sind.

Die Kiemen der Caudibranchiaten *) sind am Schwanzende. Sie bestehen bei *Amphicora* aus zwei gesonderten Stämmen, deren jeder sich in drei grosse, auf beiden Seiten mit Kiemenfäden besetzte Aeste theilt. Aehnlich verhalten sich die am entgegengesetzten Ende ange-

*) Man vergleiche über diese von mir aufgestellte Unterordnung, meine Neuen Beiträge zur Naturgeschichte der Würmer. Jena, 1848. Sie besteht bis jetzt aus der Gattung *Amphicora* nebst einigen von *Quatrefages* in den *Comptes rend. T.* 19. 1844. *p.* 195 und *Ann. d. sc. n. T.* 2. 1844. kurz beschriebenen Würmern, wozu wahrscheinlich mehrere der mit Schwanzanhängen versehenen Naiden kommen werden.

brachten Kiemen vieler Capitibranchiaten (z. B. *Sabella*, *Serpula*), während andere Kopfkiemer die gefiederten oder baumförmigen Kiemen im Nacken haben (*Amphitrite*, *Terebella*). Die vielgestaltigen Kiemen der Dorsibranchiaten stehen paarweise auf den meisten, namentlich auf den mittleren Körperabschnitten. Sie sind bei den Ariciden und Nereiden zu einfachen Blättchen verkümmert und scheinen den Aphroditen ganz zu fehlen. Bei diesen wird aber wahrscheinlich die Kiemenrespiration durch Aufnahme von Wasser in die Leibeshöhle ersetzt. Darauf deutet wenigstens das den gesammten Bauchraum überziehende Flimmerepithelium hin, welches bei *Aphrodite aculeata* beobachtet ist, wiewohl man noch keine in die Leibeshöhle führende Oeffnungen gefunden hat.

4. Die Respirationsorgane der Arthropoden.

Crustaceen. Die Crustaceen athmen, mit Ausnahme der mit Tracheen versehenen Myriopoden, vermittelst Kiemen, deren Bildung aber so mannigfaltig ist, wie wir sie kaum in einer anderen Klasse wiederfinden. Häufig werden diese Kiemen nur durch eine Verdünnung der Körperbedeckung hervorgebracht, ohne dass diese zu besonderen Anhängen sich gestaltete; gewöhnlich aber sind die Kiemen selbständige Organe, in welche das Blut durch besondere Nebenbahnen geleitet wird, und an denen, wenn sie sich nicht selbst bewegen, der Wasserwechsel bei Abwesenheit der Flimmerorgane durch besondere Strudelwerkzeuge bewirkt wird. Sehr häufig sind sie an den Füssen befestigt. Wenn die Körperbededeckung selbst in grösserer oder geringerer Ausdehnung zur Kieme wird, indem sie eine dünnere Beschaffenheit annimmt oder Blätter und Falten bildet, begeben sich in diese Stellen kleine, wandungslose, mit einer verzweigten und nur durch sparsames Parenchym getrennte Blutströmchen.

Diess ist z. B. der Fall bei den meisten Lophyropoden; auch gehört in diese Kategorie der Kiemen das häutige Kopfschild der Caligiden, die Schwanzblätter und Seitentheile des Rückenschildes von *Argulus*, das Rückenschild von *Apus*. Bei mehreren Lophyropoden (z. B. *Daphnia*, *Acanthocercus*) nehmen die Endglieder mehrerer Fusspaare eine blattförmige Gestalt an und werden zu wahren Kiemen, indem sie besondere Blutströmchen empfangen und durch fortwährende pendelnde Bewegung das Wasser erneuern. Eine andere Form der Athemorgane finden wir in kleinen ei-, birn- oder lanzettförmigen Anhängen, wie sie die Lepaden, Phyllopoden, mehrere Lophyropoden (*Acanthocercus*), die Laemodipoden, Amphipoden und mehrere Stomatopoden an den Füssen oder Afterfüssen, die Laemodipoden auch frei am Leibe haben. Die Zahl dieser Kiemenblätter nimmt zu bei den Isopoden, noch mehr auf den Afterfüssen der Poecilopoden. Sehr entwickelte Kiemen haben mehrere Stomatopoden, so namentlich die Squillen, deren aus kammförmig geordneten Fäden bestehende Kiemenbüschel von den fünf Afterfusspaaren (Schwimmfüssen) getragen werden. Die an oder neben der Basis der Füsse des Cephalothorax und an den hinteren Beikiefern angebrachten Kiemen der Decapoden liegen in zwei, durch die Seitentheile des Schildes gebildeten Kiemenhöhlen, in welche das Wasser durch eine untere Spalte gelangt, während es seitlich von den Mundtheilen durch fortwährende Bewegung der Geisseln und anderen Anhänge der Beikiefern wieder ausgetrieben wird. Die einzelnen Kiemen sind sehr verschieden gestaltet; häufig ist die Pyramidenform, indem von einem mittleren, einen arteriellen und einen venösen Kanal enthaltenden Schafte nach mehreren Seiten Blättchen abstehen, die nach der Spitze zu allmählig kleiner werden.

Alle diese Kiemen sind für die Wasserathmung bestimmt, selbst die Landisopoden scheinen zwischen ihre Kiemenplatten Feuchtigkeit aufzunehmen, wobei die äussere Lamelle eines jeden Kiemenpaares der inneren als Deckel dient. Mehrere Onisciden jedoch (z. B. *Porcellio*) haben in den beiden ersten Paaren der Decklamellen eine Höhle mit einem sehr feinen Luftgefässnetze, und bloss auf Luftathmung scheint *Tylos* angewiesen zu sein, in dessen unter den Deckplatten verborgenen Lamellen sich Luftsäcke finden.

Das Tracheensystem der Myriopoden kommt in allen wesentlichen Stücken mit dem der Insekten überein.

Arachniden. Besondere Athmungsorgane sind bei den Tardigraden, Pycnogoniden und mehreren Acarinen nicht gefunden. Die übrigen Arachniden athmen durch Tracheen oder Lungen oder durch beide zugleich, weswegen die Eintheilung in Lungen- und Tracheen-Arachniden nicht passend ist.

Viele Milben, die Phalangien und Pseudoscorpien besitzen nur Tracheen mit einem bis drei Paaren von Stigmen, meist über oder zwischen den Beinen oder an den ersten Hinterleibssegmenten. Auch den Araneen scheint sehr allgemein, ausser den Lungensäcken, ein Tracheensystem zuzukommen. Sehr entwickelt ist dieses z. B. bei *Salticus*, mit zwei am Hinterleibe liegenden Stigmen, von denen zwei Büschel unverzweigter Tracheen in die Eingeweide gehen, ferner bei *Segestria*, *Dysdera* und *Argyronecta*, deren Stigmen nahe bei den Lungensäcken liegen. Bei den übrigen Spinnen, wo das Tracheensystem mehr rudimentär wird, besteht es aus einem kurzen, vor den Spinnwarzen sich öffnenden Stamme mit vier, durch ihre platte Form sich auszeichnenden einfachen Aesten. Sehr häufig fehlt den

Tracheen der Spiralfaden, namentlich wo sie sehr fein und rudimentär werden.

Die sogenannten Lungen der Scorpioniden, Phryniden und Araneen haben nur geringe Aehnlichkeit mit den gleichnamigen Organen der höheren Wirbelthiere. Es sind Höhlungen (8 bei den Scorpioniden, 4 bei den Phryniden und Mygaliden, 2 bei den übrigen Araneen), die paarweise in den Hinterleibssegmenten liegen, und deren jede mit einer Spaltöffnung mündet. Von der convexen Fläche dieser Höhle gehen Hautduplikaturen in Blätterform ab, so dass die Luft in sehr dünnen Schichten zwischen die Lamellen der Blätter eindringt, welche von der Leibeshöhle her unmittelbar von Blut bespült zu werden scheinen.

Insekten. Durch das Tracheensystem wird bei den Insecten die Luft in alle Theile des Körpers geleitet. Die Tracheen sind cylindrische Röhren; sie bestehen aus einer äusseren meist farblosen (Peritoneal-) Haut und einer inneren, die eine Zusammensetzung aus Pflasterzellen erkennen lässt. Die beiden Membranen werden ausgespannt erhalten durch einen zwischen ihnen liegenden Spiralfaden, der gewöhnlich rund und ungefärbt, selten platt und selten dunkel gefärbt ist. Der Spiralfaden geht nicht ununterbrochen in den Tracheen fort; an den Aststellen pflegt zwischen den letzten Windungen des alten Fadens plötzlich ein neuer zu beginnen. In den feinsten Tracheenverzweigungen und häufig auch in den blasenartigen Erweiterungen verschwindet der Spiralfaden.

Man kann die Tracheen in Lungen- und Kiementracheen eintheilen. Die letztere Art ist die bei einer Anzahl der im Wasser lebenden Larven gewöhnliche; sie unterscheidet sich von der andern durch den Mangel von Luftlöchern, indem die Luft aus dem Wasser durch feine, auf der Körperoberfläche (*Chironomus*, *Tanypus*) oder auf

besonderen kiemenartigen Anhängen ausgebreitete Tracheenzweige oder auch durch isolirte Tracheenbüschel absorbirt wird. Diese wird erst von hier aus in die grossen Luftröhrenstämme zur weiteren Verbreitung übergeführt. Die Aehnlichkeit mit den Kiemen ist also nur eine sehr entfernte, da nie eine eigentliche Wasserathmung bei den Insektenlarven statt findet. Denn selbst bei den Larven und Puppen von *Aeschna* und *Libellula*, welche regelmässig Wasser in den Mastdarm ein- und auspumpen, wird die Luft durch die in den Darmhautfalten befindlichen zahlreichen Luftröhrenverzweigungen unmittelbar aufgenommen.

Viel verbreiteter ist jedoch diejenige Form des Tracheensystems, wo die Tracheenstämme mit Athemlöchern (*stigmata*, *spiracula*) beginnen, deren Rand gewöhnlich mit Haaren dicht besetzt ist, und die häufig durch Muskeln willkürlich geöffnet und geschlossen werden können. Die Stigmata sind zwischen je zwei Leibessegmenten, nie aber zwischen Kopf und Prothorax und zwischen den beiden letzten Hinterleibssegmenten. Uebrigens ist ihre Zahl und Stellung ausserordentlich verschieden. Die gewöhnliche Anordnung des Tracheensystems ist die, dass zwei Tracheenstämme in der Nähe der Stigmen oder Tracheenkiemen liegen, von welchen aus sich die Aeste in den Körper erstrecken. Seltener entspringen die Körperäste unmittelbar aus den Stigmen, wobei aber doch auch kleinere Verbindungsröhren zwischen je zwei Athemöffnungen nicht fehlen.

Die blasenförmigen Erweiterungen der Tracheen, mit denen z. B. manche gut und lange fliegende Abend- und Nachtschmetterlinge, die Lamellicornien u. a. versehen sind, scheinen denselben Zweck zu haben, wie die Luftsäcke der Vögel. Wegen des Mangels der Spiralfäden gewöhnlich collabirend, werden sie vor dem Auffliegen unter eigenthümlichen, namentlich bei den Lamellicornien (Mai-

käfer) auffallenden Bewegungen voll Luft gepumpt und vergrössern das Körpervolumen, ohne eine merkliche Gewichtszunahme zu verursachen.

5. Die Respirationswerkzeuge der Mollusken.

Acephalen. Die Salpen haben eine einfache, in der Kiemenhöhle schräg ausgespannte Kieme, die am Vorderende das Blut aus den Körpergefässen empfängt und es an das Herz abgiebt. Der Wasserwechsel wird theils durch die Cilien, welche die Kieme äusserlich besetzen, namentlich aber durch die Contractionen der Schwimm- oder Kiemenhöhle hervorgebracht.

Bei den Ascidien erscheint die Kieme in Form eines grossen, mit zwei einfachen Oeffnungen oder kurzen Röhren versehenen Athemsackes, durch welchen auch die Nahrung gehen muss. Die Haut dieser Respirationshöhle zeigt sehr regelmässige Längs- und Querleisten, wodurch sie in lauter viereckige Falten getheilt wird, zwischen denen die Blutkanäle sich befinden. Zwei grössere sinusartige Kanäle in den Kurvaturen des Athemsackes sind die Stämme von Quercanälen, auf denen Längskanäle senkrecht stehen.

Bei den Brachiopoden versehen die beiden Mantelhälften den Dienst der Kiemen, doch ist das Verhältniss der auf ihnen befindlichen Hauptkanäle zum Herzen noch nicht hinlänglich ermittelt. (Vergl. oben S. 198).

Die Lamellibranchien haben zwei Paar Kiemen. Das äussere Blatt berührt die Innenfläche des Mantels, das innere liegt auf dem Abdomen und dem Fusse auf. Sie empfangen das Wasser, jenachdem der Mantel weniger oder mehr verwachsen ist, durch die grosse Mantelspalte, oder es sind im Mantel besondere Schlitze oder Röhren angebracht, durch deren eine das Wasser eingenommen wird, während es durch die andere (obere) mit den Fäces ausfliesst. Im Innern der Mantelhöhle und

längs der Kiemen bewirkt das Flimmerepithelium regelmässige Strömungen. Auf den Kiemenblättern bemerkt man ein ähnliches Gitterwerk, wie bei den Ascidien, dem die Gefässvertheilung entspricht. In die durch die Querscheidewände zwischen den beiden Lamellen der Kiemenblätter entstandenen Fächer führen an der Basis der Kiemen gelegene Mündungen. Die Fächer dienen zur Aufnahme der Eier und auch der Samen gelangt in sie.

Mehrere Muscheln (*Arca*, *Mytilus*, *Pecten*, *Spondylus*) zeigen eine sehr abweichende Kiemenbildung, indem ihre scheinbaren Kiemenblätter eine Menge neben einander liegender Fäden sind, deren jeder auch aus zwei Lamellen besteht.

Cephalophoren. Die Unterordnung der Pulmonaten athmet Luft, welche in eine gewöhnlich am Vorderrücken befindliche Lungenhöhle durch ein, bei den rechts gewundenen Schnecken rechts, bei den links gewundenen links liegendes und verschliessbares Athemloch aufgenommen wird. Bei den Wasser-Lungenschnecken ist die Höhle mit Flimmerepithelium ausgekleidet. Das auf der Fläche der Lungenhöhle leisten- und gitterärtig hervortretende Gefässnetz scheint immer aus wandungslosen Kanälen zu bestehen.

Die übrigen Cephalophoren, mit Ausnahme der Apneusten*), einiger Pteropoden und Heteropoden, bei denen man besondere Athemorgane nicht entdeckt hat, athmen durch Kiemen der verschiedensten Form und in der verschiedensten Lage, welche namentlich bei den Gasteropoden die zoologische Systematik zur Eintheilung benutzt hat. Wir müssen der Zoologie die nähere Beschreibung dieser Kiemen überlassen.

*) Nach Kölliker: *Rhodope*, *Pelta*, *Actaeon*, *Actaeonia*, *Lissosoma*, *Chalidis*, *Flabellina*, *Zephyrina Amphorina*, (*Anangia*); *Tergipes*, *Venilia*, *Calliopaea*, *Eolidina*, *Aeolis* (*Angiophora*).

Sehr merkwürdig verhalten sich einige amphibisch lebende Gasteropoden, die durch das gleichzeitige Vorhandensein von Kiemen und Lungen zur Wasser- und zur Luftathmung geschickt sind. *Onchidium* besitzt, ausser der ganz auf das Hinterleibsende gerückten Lungenhöhle, auf dem Hinterrücken eine Anzahl contractiler Bäumchen, die wahrscheinlich als Kiemen wirken, *Ampullaria* über der Kiemenhöhle eine sich in dieselbe öffnende Lungenhöhle. Wir werden hierdurch an die, doppelte Athemorgane besitzenden Fische erinnert.

Cephalopoden. Die Nautilinen haben vier, die übrigen Cephalopoden zwei pyramidenförmige Kiemen, die, mit der freien Spitze nach oben gerichtet, in der Leibeshöhle liegen und an den Mantel befestigt sind. Die Kiemenarterie befindet sich an der dem Mantel verbundenen, die Vene an der gegenüberliegenden freien Kante, und die Gefässe zwischen beiden Stämmen verbreiten sich entweder auf zahlreichen dreieckigen Blättchen (bei den Naut. und Lolig.), oder die Gefässe bilden Bogen, auf deren convexem Rande eine Menge Hautfalten stehen. Beim Mangel von Flimmerorganen geht die Wassererneuerung nur durch die regelmässigen Athembewegungen vor sich. Das bei geöffnetem Mantel zu beiden Seiten des Trichters eintretende Wasser wird, indem sich der Mantelrand an den Körper anlegt, durch den Trichter ausgespritzt.

Ausser durch die beschriebenen Organe scheint der Athmungsprocess bei den Mollusken wesentlich durch ein, vielleicht nie fehlendes System von Wasser führenden Kanälen gefördert zu werden, dessen Existenz sich bei den Lamellibranchien durch das Ausspritzen von Wasserstrahlen aus bestimmten Oeffnungen zu erkennen giebt, wenn man das Thier plötzlich aus dem Wasser nimmt.

Dieses wandungslose Wassergefässsystem kann leicht mit den capillaren und gleichfalls wandungslosen Arterien- und Venenverzweigungen verwechselt werden. Ueber sein näheres Verhalten fehlen genauere Untersuchungen, welche die vielen hier obwaltenden Widersprüche zu lösen geeignet wären.

6. Die Respirationsorgane der Wirbelthiere.

Fische. Ueber die knöchernen Theile des Kiemenapparates der Fische vergl. oben S. 117 f.

Bei *Branchiostoma* gelangt das Wasser durch den Mund sogleich in einen Kiemenschlauch, der nach hinten in die Speiseröhre übergeht. In den Seiten des mit Flimmerepithelium ausgekleideten Schlauches finden sich zahlreiche, mit dem Wachsthum des Thieres bis auf hundert sich vermehrende Spalten, zwischen denen Knorpelstäbchen liegen, und durch welche das Wasser in die Bauchhöhle tritt. Aus dieser läuft es durch eine Oeffnung ab, durch welche auch Eier und Samen gehen.

Bei den Cyclostomen tritt das Wasser nicht durch den Mund, sondern durch besondere Gänge mit äusseren Oeffnungen in die platten Kiemensäcke. Solcher Kiemensäcke sind jederseits sechs bis sieben, und die ihnen das Wasser zuführenden *ductus branchiales externi* gehen entweder (*Petromyzon*, *Ammocoetes*, *Bdellostoma*) von eben so vielen getrennten Athemlöchern aus, oder entspringen von einer gemeinsamen Oeffnung (*Myxine*). In derselben Richtung, wie die äusseren Gänge in die Kiemensäcke eingetreten, verlassen diese die inneren Kiemengänge. Sie münden bei *Petromyzon* in einen besonderen, vor der Speiseröhre liegenden *bronchus*, welcher hinten blind endigt. Bei den übrigen Cyclostomen aber führen sie als *ductus branchiales oesophagei* in die Speiseröhre, aus welcher endlich das Wasser durch einen besonderen, unpaarigen, links gelegenen Kanal, den *ductus oesophageo-*

cutaneus entleert wird. Die Mündung dieses Kanals fällt bei *Myxine* mit dem gemeinsamen, bei *Bdellostoma* u. a. mit dem letzten Stigma zusammen.

Auch die Plagiostomen haben keine gemeinschaftliche Kiemenhöhle, sondern von einander getrennte Kiemensäcke, gewöhnlich fünf. Sechs hat *Hexanchus*, sieben *Heptanchus*. Jeder hat eine innere und eine äussere Oeffnung. Die Kammern entstehen durch häutige, von den Kiemenbogen bis zur äusseren Haut reichende Diaphragmen, durch welche auch die beiden Kiemenblättchenreihen auf den Kiemenbogen getrennt werden. Die vorderste, an dem Zungenbeine befestigte Kieme besteht jedoch nur aus einer einfachen Blättchenreihe und so sind im Ganzen bei den Plagiostomen nur vier und eine halbe Kieme da.

Bei den Ganoiden und Knochenfischen liegen die Kiemen in einer gemeinsamen Höhle, in welche das Wasser durch die zwischen den Kiemenbögen befindlichen Lücken eintritt, während es durch die grössere oder kleinere Spalte zwischen Kiemendeckel und Brustflossen ausläuft. In der Regel trägt jeder der vier Kiemenbögen auf dem convexen, der Kiemenhöhle zugewendeten Rande zwei Reihen von Kiemenblättchen, die gewöhnlich nur an der Basis mit einander verwachsen sind und durch zwei sich kreuzende Muskeln gegen einander bewegt werden können. Sie werden durch ein knorpeliges oder knöchernes Stäbchen aufrecht erhalten und haben eine grosse Menge die Oberfläche sehr vermehrender Querfalten, auf denen sich das respiratorische Gefässnetz ausbreitet. Uebrigens aber erhält jedes Kiemenblättchen auch ein ernährendes Gefäss.

Einige der merkwürdigsten Abweichungen in der Zahl der Kiemen sind folgende: Am häufigstem trägt der vierte Kiemenbogen nur eine Halbkieme, bei der *Labroidei cycloidei* und *ctenoidei*, bei vielen Kataphracten, *Cyclopterus*, *Zeus* u. a. Dann kann eine ganze Kieme, vorn

oder hinten, ausfallen, wie bei *Lophius*, *Tetrodon*, *Diodon*, *Tribranchus*. *Malthe* hat nur zwei und eine halbe, *Amphipnous* nur zwei Kiemen, davon die eine unvollständig.

Eine respiratorische Kiemendeckelkieme besitzen viele Ganoiden (Störe und *Lepidosteus*).

Aeussere Kiemenfäden finden sich bei den Embryonen der Plagiostomen und bei *Lepidosiren annectens*.

Einzelne Fische, namentlich solche, die im Stande sind, längere Zeit an der Luft zu leben, haben accessorische Athemorgane. Nämlich:

a. Respiratorische Nebenkiemen besitzt eine Familie der Knochenfische (*Labyrinthici*, wohin *Anabas*, *Osphronemus* u. a.), bei denen die oberen Schlundknochen siebbeinartige Labyrinthe bilden, ausgekleidet mit Schleimhaut, deren Arterien und Venen sich wie die Kiemengefässe verhalten. Baumförmige Nebenkiemen hat *Heterobranchus* am oberen Stücke des zweiten und vierten Kiemenbogens. In sie gehen Zweige der Kiemenarterien, und ihre Venen ergiessen sich in die Kiemenvenen.

b. Lungenartige Athemorgane haben *Amphipnous Müll.* und *Heteropneustes Müll.* (*Saccobranchus Val.*) als gefässreiche, mit der Kiemenhöhle zusammenhängende Säcke. Wirkliche, der Amphibienlunge ähnliche Lungen hat *Lepidosiren*; sie münden mit einer *glottis ventralis* in den Schlund ein.

Amphibien.

Die Kiemen.

Alle Batrachierlarven athmen durch äussere Kiemen, die meist büschel- oder quastförmig sind. Sie verschwinden bei den Fröschen und Salamandrinen gänzlich, nachdem bei den Froschlarven innere Kiemen erschienen sind. Bei den Derotreten bleibt eine Kiemenspalte; die Perennibranchiaten behalten aber die Kiemenbüschel fortwährend neben den Lungen.

Die Lungen und ihre Eingänge.

Bei allen durch Lungen athmenden Wirbelthieren ist mit dem Athemapparat zugleich das Stimmorgan verbunden.

Eine Scheidung in Kehlkopf und Luftröhre kann man an der Eingangsröhre in die Lungen der nackten Amphibien noch nicht wahrnehmen. Der Eingang ist nur eine häutige, bei den geschwänzten Batrachiern mit nur wenigen, bei den ungeschwänzten mit mehr Knorpeln und rudimentären Tracheal- und Bronchialringen versehene Höhle, die sogenannte Stimmlade.

Die Sonderung zwischem Kehlkopf und Luftröhre tritt bei den beschuppten Amphibien stärker hervor, indem man denjenigen Theil des Eingangskanals in die Lungen als Kehlkopf bezeichnet, dessen Knorpel ein durch senkrechte Leisten zusammenhängendes Gerüst bilden. Diese einzelnen Theile kann man nach den entsprechenden Kehlkopfknorpeln der höheren Thiere benennen.

Stimmbänder fehlen den geschwänzten Batrachiern, den Ophidiern, Cheloniern und vielen Sauriern. Am entwickeltsten haben sie die Chamäleonten und Geckos. Mit der Luftröhre lassen sich auch die Bronchien bei den beschuppten Amphibien bestimmter unterscheiden, und nur bei mehreren Schlangen (z. B. *Coluber*, *Vipera*) findet, wegen der zelligen Beschaffenheit dieser Theile, ein unmerklicher Uebergang derselben in die Lunge statt. Die Knorpelringe an Luftröhre und Bronchien sind bald unvollständig, bald geschlossen.

Mit Ausnahme der eben erwähnten Schlangen und der Proteiden, deren häutige Bronchien auch allmälig in die Lungensäcke übergehen, sind die Lungen der Amphibien deutlich von ihren Eingangskanälen getrennt. Ihre Form richtet sich im Allgemeinen nach der Form der Thiere; sie werden vom Bauchfelle überzogen. In den meisten

Fällen sind zwei Lungen von gleicher Grösse da; bei den Coecilien, vielen Sauriern und Ophidiern tritt die eine gegen die andere zurück, und viele Schlangen (darunter z. B. *Vipera*, *Typhlops*) besitzen nur eine sehr lange Lunge. Die Lungen sind oft (bei vielen nackten Amphibien, Schlangen und Sauriern) blosse häutige Säcke, in denen in anderen Fällen, zur Vergrösserung der Fläche, Leisten und Maschen gebildet werden. Am complicirtesten ist diese Maschenbildung bei mehreren Sauriern (z. B. den Varanen), den Krokodilen und Schildkröten, wo mit mehreren Bronchialöffnungen gesonderte, maschige und zellige Säcke zusammenhängen, oder auch, bei den Seeschildkröden, eine Verzweigung der Bronchien in ähnlicher Weise, wie bei den Vögeln und Säugethieren eintritt.

Vögel. Eine hinter der Zunge liegende, gewöhnlich mit hornartigen Papillen besetzte Längsspalte führt in den oberen Kehlkopf. Seine festen Theile bestehen aus mehreren, bei den alten Vögeln ossficirten Knorpeln, welche den Kehlkopfknorpeln der Säugethiere zum Theil entsprechen. Eine vordere grössere Platte hängt bei jungen Vögeln mit zwei, die hintere Wand des Kehlkopfes bildenden Stücken zusammen, die sich nach Beginn der Ossification loslösen. Alle drei entsprechen dem Schildknorpel (*cartil. thyreoidea*). Ein zwischen die beiden hinteren Ränder der Seitentheile tretendes Ausfüllungsstück ist das Analogon des Ringknorpels (*cart. cricoidea*; darauf sitzen zwei längliche Giesskannen-Knorpel oder Knochen (*c. arythaenoideae*).

Die Luftröhre hat gewöhnlich vollständige, häufig verknöcherte Ringe. Sie zeigt bei einigen Vögeln, z. B. bei *Mergus*, mittlere Erweiterungen, bei andern macht sie beträchtliche Biegungen und Windungen, entweder unter der Haut (z. B. *Tetrao urogallus*) oder im Brustbein (*Grus cinerea*), seltner in der Gabel (*Numida cristata*) oder auch in der Brusthöhle (*Platalea leucoro-*

dia). *Casuarius novae Hollandiae* besitzt am mittleren Theile der Luftröhre einen grossen häutigen Sack, welcher mit ihr durch eine, mehrere Ringe trennende Längsspalte communicirt.

Von den beiden Muskelpaaren der Luftröhre, welche als Niederzieher wirken, entspringt das eine, weniger beständige von der Gabel oder dem unteren Kehlkopfe und begleitet die ganze Luftröhre (*m. ypsilotrachealis*). Das andere ist kürzer, entspringt vom Brustbein und geht, wie das vorige, an die Seiten der Luftröhre (*m. sternotrachealis*).

Das eigentliche, nur wenigen Vögeln (z. B. Struthionen und Störchen) fehlende Stimmorgan ist der sogenannte untere Kehlkopf, der nur selten (*Steatornis*, *Crotophaga*) paarig in den beiden Bronchien, oder allein in dem unteren Theile der Luftröhre (*Thamnophilus* u. a.), gewöhnlich an der Uebergangsstelle der Luftröhre in die Bronchien sich vorfindet (*larynx broncho-trachealis*).

Durch eine festere Verbindung oder auch Verschmelzung der letzten Luftröhrenringe wird das Ende der Luftröhre zu der fast vierseitigen Trommel, mit der bei den Männchen vieler Taucher und Enten unsymmetrische Knochenblasen, sogenannte Pauken oder Labyrinthe zusammenhängen. Von der Theilungsstelle der Trommel in die beiden Bronchialäste erhebt sich in der Regel eine die Trommel in zwei Seitenhälften theilende Knochenplatte, der Bügel oder Steg. Er fehlt den Papageien. Bei ihnen wird durch eigenthümliche, an den unteren Seitenrändern der Trommel und an den Bronchien befestigte Knochenbogen und eine zwischen ihnen ausgespannte Membran (*membrana tympaniformis externa*) eine einfache Stimmritze gebildet. Zwei Muskelpaare heben die Bronchien und verengern die Stimmritze, ein Paar erweitert sie.

Zwischen den Rändern des nach unten gerichteten Ausschnitts des Bügels ist der obere Theil der Innenwand jedes Bronchus ausgespannt, die innere Paukenhaut. Ihr gegenüber liegt häufig eine äussere Paukenhaut. Theils bildet diese, theils, wenn sie fehlt, die Verbindungshaut zweier Bronchialringe die äussere Lippe der Stimmritze, bei verkürzter Luftröhre. Das innere, weniger entwickelte *labium glottidis* ist eine von der *membrana tympaniformis interna* oder dem Bügel abgehende Falte von elastischem Gewebe. Eine manchen Singvögeln eigenthümliche Membran erhebt sich auf dem Bügel als *membrana semilunaris*.

Der die genannten Theile bewegende, erweiternde und verengernde Muskelapparat zeigt die grösste Mannigfaltigkeit. Bei vielen Vögeln (Hühnern, Enten, Gänsen) finden sich nur die *mm. ypsilotracheales* und *sternotracheales*. Bei andern (Raubvögeln, vielen *Scansores*, *Coracias*, *Caprimulgus*, *Cypselus* u. a.) kommt ein Muskelpaar hinzu, die *m. broncho-tracheales*. Sehr viele Singvögel haben 5 Paar eigenthümlicher Kehlkopfmuskeln, doch ist auf die gleichmässige Anzahl dieser Muskeln keine systematische Eintheilung zu gründen, indem namentlich die amerikanischen Passerinen einen weit einfacheren Muskelapparat als unsre einheimischen besitzen.

Die paarigen Lungen sind nur an ihrer Bauchfläche von einer Pleura überzogen, mit der Rückenfläche liegen sie auf beiden Seiten der Wirbelsäule den Rippen an; sie sind durch Zellgewebe an Wirbel und Rippen befestigt, welche bleibende Eindrücke in ihnen hervorbringen. Durch die Art der Bronchialverzweigung ist die Vogellunge wesentlich von der der Säugethiere verschieden. Die Bronchien treten oft mit blasenförmigen Erweiterungen in die Lungen hinein; eine Anzahl grösserer Oeffnungen führt in grössere häutige Kanäle, die sich an der Oberfläche der Lunge weiter verzweigen. Alle diese Verzweigungen

stehen durch tiefere, kleine Röhren, welche die Lunge nach vielen Richtungen durchsetzen, mit einander in Verbindung. Alle diese Röhren sind inwendig mit den Lungenzellen besetzt; diese sind also parietal, wie auch bei den Amphibien.

Sehr allgemein können von der Lunge aus grosse häutige Säcke, die zum Theil Eingeweide einschliessen, mit Luft angefüllt werden. Die Anordnung dieser Luftzellen oder Luftsäcke ist wenig veränderlich. Aus ihnen gelangt die Luft in die pneumatischen Knochen, aus denen das bei den jungen Vögeln vorhandene Mark allmälig verschwunden ist. Pneumatisch sind namentlich die Schädelknochen und das Oberarmbein, weniger häufig das Oberschenkelbein. Bei *Buceros* sind fast alle Knochen luftführend.

Säugethiere. Stimm- und Athemorgane der Säugethiere verhalten sich im Wesentlichen wie beim Menschen. Von den Kehlkopfknorpeln sind die beim Menschen seltenen *cartilagines Wrisbergianae* ziemlich häufig. Dem Menschen fehlende Knorpel sind die auf dem hinteren Rande der Giesskannenknorpel einiger Säugethiere vorhandenen *cartilagines sesamoideae* und die unpaare *cartilago interarticularis* zwischen den Giesskannenknorpeln, über dem Ringknorpel.

Nur die ächten Cetaceen besitzen keine Stimmbänder; die oberen fehlen u. a. vielen Wiederkäuern (Hirsch, Rind, Schaf, Ziege), wogegen bei diesen die unteren in elastische Platten verwandelt sind. Viele Säugethiere sind durch accessorische, die Stimme verstärkende Säcke am Kehlkopf ausgezeichnet, die theils zwischen Schild- und Ringknorpel, theils zwischen Schildknorpel und Kehldeckel vom Kehlkopf austreten. Letzteres ist z. B. der Fall mit den drei, durch eine Erweiterung der Morgagnischen Ventrikel entstehenden Luftsäcken des Brüll-

affen *(Mycetes)*, deren mittlerer sich in eine Aushöhlung des Zungenbeinkörpers begiebt.

Die Länge der Luftröhre, wie die Zahl der in ihr enthaltenen, gewöhnlich nicht geschlossenen Knorpel, richtet sich im Allgemeinen nach dem Verhältniss des Halses. Nur *Bradypus tridactylus* hat eine gewundene Luftröhre. Die Knorpel ossificiren in der Regel nicht. Die gewöhnliche Asymmetrie der beiden Bronchien, indem die rechte kürzer, aber weiter als die linke ist, hängt von der Asymmetrie der Lungen ab. Wie beim Menschen ist die rechte gewöhnlich die grössere. Die Zahl der Lungenlappen ist gewöhnlich grösser als beim Menschen. Die Bronchien vertheilen sich baumförmig; die feinsten Verzweigungen endigen, wie beim Menschen, mit Bläschen.

J. Fr. Meckel, System der vergl. Anat. Bd. VI.

Suckow, Respiration der Insekten, insbesondere über die Darmrespiration der *Aeshna grandis*. Heusing. Zeitschrift. Bd. 2. S. 24.

E. A. Platner, Mittheilungen über die Respirationsorgane u. d. Haut bei den Seidenraupen. Müll. Arch. 1844.

J. Müller, Ueber die Athemorgane der Spinnen. Isis 1828. S. 707.

H. Rathke, Anatomisch - philosophische Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein der Wirbelthiere. 1832.

M. Haro, *Mémoire sur la respiration des grenouilles, des Salamandres et des tortues. Ann. d. sc. n. 2 sèr. XVIII.* 1842.

J. Henle, Vergleichend anatomische Beschreibung des Kehlkopfs. Leipzig 1839.

A. Lereboullet, *Anatomie comparée de l'appareil respiratoire dans les animaux vertebrés. Strasbourg* 1838.

Natalis Guillot, *Sur l'appareil de la respiration dans les oiseaux. Ann. d. sc. nat. 3 sèr. t.* V. 1846. *p.* 25.

Fünftes Kapitel.

Die Harnorgane.

1. Die Harnorgane der Spinnen und Insekten.

Sehr allgemein münden bei den Insekten eine Anzahl dünner, fadenförmiger Schläuche hinter dem Chylusmagen in den Darmkanal, die Malpighischen Gefässe, welche lange Zeit für Gallenorgane gehalten worden sind, bis die chemische Analyse ihre Function als Galle absondernde Organe unzweifelhaft gemacht. Ihre feinere Structur ist eine ähnliche, wie die der Speicheldrüsen, nur scheint ihnen die *tunica intima* zu fehlen. Sie münden theils einzeln, theils vereinigen sie sich zu kurzen Ausführungsgängen. Durch die grosse Menge der Malpighischen Gefässe zeichnen sich die Hymenoptern und Orthoptern aus, während bei den übrigen Ordnungen vier bis acht vorhanden zu sein pflegen. Der häufig gefärbte Harn geht durch den hinter dem Chylusmagen befindlichen Theil des Darmkanals mit den Fäces ab. Eine besonders ansehnliche Ansammlung von Harn findet während des Puppenzustandes der holometabolischen Insekten statt; er wird bald nach dem Auskriechen entleert.

Bei den Arachniden, mit Ausnahme der Pycnogoniden und Tardigraden, verhalten sich die Harnorgane ganz ähnlich wie die Malpighischen Gefässe. Gewöhnlich sind sie verästelt und münden mit zwei Stämmen (Harnleitern) in den hinteren Theil des Darmkanals.

2. Die Harnorgane der Mollusken.

Die Niere der Bivalven ist schon lange als die sogenannte Bojanus'sche Drüse bekannt, obgleich sie die verschiedensten Deutungen hat erfahren müssen (Schleimdrüse nach Cuvier, Lunge nach Bojanus u. a.). Sie ist paarig und liegt am Rücken zwischen dem Herzen und dem hinteren Schliessmuskel. Ihre Farbe ist bräunlich oder schwarzgrün. Das Excret wird in die Mantelhöhle ergossen, und häufig fallen Harn- und Geschlechtsmündungen zusammen (z. B. bei *Tellina*, *Cardium*, *Pinna*) oder liegen nahe bei einander. Inwendig sind die Nierensäcke durch viele Falten in vollständige oder unvollständige Fächer getheilt, deren Oberfläche wimpert, und auf deren Wandungen sich ein Blutgefässnetz ausbreitet. Das Blut kommt aus den venösen Behältern, in welchen es sich vor dem Eintritt in die Kiemen ansammelt. Nicht selten strotzt das Nierenparenchym von unregelmässigen, körnigen Harnconkrementen, die übrigens nie fehlen und sich in den Epithelialzellen neben den Zellkernen bilden.

Von den Cephalophoren sind es namentlich die Kammkiemer und Lungenschnecken, bei denen man mit Sicherheit Harnorgane nachgewiesen hat. Bei jenen ist die den sogenannten Purpursaft absondernde Drüse die Niere; sie ergiesst ihr Excret entweder unmittelbar, oder durch einen Ausführungsgang in die Kiemenhöhle. Sehr leicht kann man sich bei den Lungenschnecken die Niere zur Anschauung bringen, vorzüglich bei den Gehäusschnecken *(Helix)*, wo sie, von dreieckiger Gestalt und gelblicher Farbe, rechts vom Herzen im Grunde des Lungensackes liegt. Ihr Ausführungsgang verläuft neben dem Mastdarm. Im Inneren der Niere werden durch Falten, von den äusseren Wandungen entspringend, theils unvollkommene, theils vollständig getrennte Fächer gebildet, aus denen kleine Oeffnungen in den gemeinschaftlichen, zur Urethra führenden Gang münden.

Bei den Limacinen liegt die wulstförmige Niere um den Herzbeutel.

Nachdem in den sogenannten schwammigen Körpern, den drüsigen, büschelförmigen Anhängen der grossen Venenstämme der Cephalopoden Harnsäure nachgewiesen, sind diese Organe mit Sicherheit als die Nieren dieser Thiere zu betrachten. Auch die sogenannten Kiemenherzen der Loliginen und Octopoden sind nichts weniger als Herzen, sondern müssen den Harnorganen zugezählt werden. Sie sind nicht von muskulöser Beschaffenheit, sondern in ihren maschigen Wandungen finden sich ganz ähnliche Concremente, wie bei den Helicinen.

3. Die Harnorgane der Wirbelthiere.

Fische. Die Nieren scheinen keinem Fische zu fehlen, da sie selbst bei *Branchiostoma* durch mehrere kleine, in der Nähe des *porus abdominalis* befindliche Drüschen vertreten sind. Die Nieren der Myxinoiden sind isolirte, von Kapseln umschlossene Gefässkörperchen. Ein enger, kurzer, von der Kapsel ausgehender Kanal geht in eine sackförmige, in den langen Harnleiter mündende Erweiterung über. Bei den übrigen Fischen bilden die Nieren zusammenhängende Massen, an ihrer unteren Fläche überzogen vom Bauchfell. Sie sind namentlich bei den Knochenfischen sehr ausgedehnt, wo sie sich vom Schädel aus unter der Wirbelsäule und in der Mittellinie häufig verschmelzend durch die ganze Rumpfhöhle erstrecken. Auch bei den Stören sind sie sehr beträchtlich. Bei letzteren verbinden sich die Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüsen mit den beiden Harnleitern, und die so entstandenen gemeinschaftlichen Ausführungsgänge vereinigen sich zu einem hinter dem After mündenden Kanale. Auch die Samenleiter der männlichen Plagiostomen gehen in die Harnleiter über, während bei den Knochenfischen beiderlei Gänge entweder ganz getrennt bleiben,

oder nur die Mündung der Urethra mit der Geschlechtsmündung zusammenfällt.

Die Ureteren der Knochenfische beginnen häufig schon am vorderen Ende der Nieren, indem sie unterwegs die langen, blind endigenden Harnkanälchen aufnehmen. Gewöhnlich verlaufen sie eine Strecke vereinigt, ehe sie in die den Knochenfischen eigene Harnblase übergehen. Diese liegt über dem Afterdarm, die Mündung ihres kurzen Ausführungsganges, der Urethra, hinter dem After.

Nebennieren liegen bei den Myxinoiden als eigenthümliche traubige Drüsen vor dem oberen blinden Ende jedes Harnleiters. Den Petromyzonten scheinen sie zu fehlen, bei den übrigen Knorpel- und bei den Knochenfischen finden sie sich als längliche oder rundliche Körperchen entweder mit der Substanz der Nieren verbunden oder hinter denselben.

Amphibien. Die beträchtlichen, sehr verschieden geformten Nieren der Amphibien liegen meist im hinteren Theile der Rumpfhöhle. Weiter nach vorn gerückt sind sie bei den Fröschen und Schlangen. Gewöhnlich ganz von einander getrennt, verschmelzen die hinteren Enden der Nieren mitunter (z. B. bei *Proteus*). Die langen unverzweigten Harnkanälchen münden gewöhnlich einzeln in die Harnleiter; nur bei den Ophidiern vereinigen sie sich büschelförmig zu stärkeren Stämmchen. Die Harnkanälchen der nackten Amphibien sind inwendig auf gewissen Strecken mit Flimmerepithelium ausgekleidet.

Die nie fehlenden Malpighischen Körperchen sind bei den nackten Amphibien sehr gross.

Der Lage der Nieren gemäss sind die Harnleiter kurz, am längsten bei den Ophidiern. Sie münden theils für sich, theils vereinigt mit den Ausführungsgängen der Geschlechtstheile in die Cloake. Die nackten Amphibien, Saurier und Chelonier besitzen an der vorderen Wand der

Cloake eine Harnblase, welche mit den Harnleitern nicht in direkter Verbindung steht.

Nebennieren sind bei den meisten Amphibien, nur bei einigen Batrachiern nicht, gefunden worden. Sie liegen theils über den Nieren, theils an den Nierenvenen und sind gewöhnlich gelb gefärbt.

Vögel. Die braunen Nieren der Vögel erstrecken sich von den Lungen bis in das Becken und haben an ihrer oberen Fläche, wie die Lungen, Eindrücke von den letzten Rippen und den Querfortsätzen des Kreuzbeins. In der Regel sind sie vollständig getrennt und zerfallen in drei Hauptlappen. Die Oberfläche erscheint wie das Gehirn gewunden. Die Harnkanälchen bekommen von kurzen, blind endenden Anhängen ein gefiedertes Aussehen und bilden Büschel und Pyramiden, in welche die Aeste des Harnleiters sich begeben. Die die Nieren fast in der ganzen Länge begleitenden Harnleiter münden von oben und hinten in die Kloake. Die Harnblase fehlt.

Die kleinen bräunlichen Nebennieren fehlen nie; sie liegen vorn und am Innenrande jeder Niere und stehen mit den Nebenhoden oder dem linken Eierstocke in Verbindung.

Säugethiere. Die Niere der Säugethiere stimmt in allen wesentlichen Stücken, namentlich was den inneren feineren Bau anbetrifft, mit der menschlichen überein. Erst bei ihnen unterscheidet man die Cortical- und die Medullarsubstanz. Die Zahl der Läppchen *(renculi)* vermehrt sich namentlich bei den Seehunden und den ächten Cetaceen ausserordentlich (beim Delphin über 200). Die Harnblase ist immer vorhanden.

Auch den Säugethieren fehlen nie die Nebennieren.

H. Meckel, Mikrographie einiger Drüsenapparate u. s. w. Müll. Arch. 1846 (Feinere Structur der Malpighischen Gefässe und der Niere der Lamellibranchien und Schnecken).

Bidder, Vergl. anatomische und histologische Untersuchungen über die männlichen Geschlechts- und Harnwerkzeuge der nackten Amphibien. Dorpat, 1846.

Ad. Schwager-Bardeleben, *Observationes microscopicae de glandularum ductu excretorio carentium structura deque earum functionibus experimenta. Berol.* 1841.

Sechstes Kapitel.

Die besonderen Absonderungsorgane.

I. Die Luft absondernden Organe. (Schwimmblase).

Mehrere Röhrenquallen (z. B. *Physalia*) besitzen Luftbehälter, welche nirgends direkte Mündungen zu haben scheinen, sondern durch ihre Wände die Luft nach innen ausscheiden. Die Blasen dienen wohl nicht als Respirationswerkzeuge, sondern nur dazu, den Körper in bestimmter Lage zu erhalten.

Auch die Kammern in den Schalen der Nautilinen enthalten Luft und lassen sich deshalb, wie die Luftbehälter der Röhrenquallen, mit der Schwimmblase der Fische vergleichen, indem sie vielleicht das Auf- und Niedertauchen vermitteln.

Die Schwimmblase der Fische ist ein ausserordenlich variirendes Organ, welches die meisten Knochenfische, die Störe und Spatularien haben. Sie fehlt u. a. der Familie der Schollen, häufig auch einzelnen Gattungen, während sie den übrigen Gattungen derselben Familie zukommt. Sie wird von zwei Häuten gebildet, einer inneren Schleimhaut und einer über dieser liegenden fibrösen Haut. Ihre Form hat nichts Konstantes. Am gewöhnlichsten nur aus einer Abtheilung bestehend, zerfällt sie demnächst am häufigsten durch eine Einschnürung in zwei, in der Regel mit einander communicirende Kammern. Ueber ihre Verbindung mit dem Gehörorgan s. S. 71. Obwohl sie gewöhnlich ohne Ausführungsgang ist, besitzt sie doch bei einer bedeutenden Anzahl von

Fischen, (bei der Ordnung der *Physostomi**) *Müll.*, auch den Stören) einen in die Speiseröhre führenden Luftgang. Die Mündung des Luftganges ist zwar meist an der Oberseite der Speiseröhre, sie kann aber auch seitlich (*Erythrinus*) oder sogar ventral sein (*Polypterus*).

Man hat gewöhnlich die Schwimmblase für ein Respirationsorgan gehalten, allein gerade das charakteristische Merkmale der Lunge, welche venöses Blut empfängt und arterielles abgiebt, fehlt der Schwimmblase. Ihre Arterien kommen von den Arterien des Körpers, und ihre Venen gehen in die Körpervenen zurück, selbst bei den zelligen Schwimmblasen von *Erythrinus* und von mehreren Siluroiden, deren Structur noch am meisten mit derjenigen der Lungen scheinbar übereinkommt. Die Schwimmblase scheint vornehmlich ein Hülfs-Bewegungsorgan zu sein, namentlich aber auf das Steigen und Sinken der Fische im Wasser einen entschiedenen Einfluss auszuüben. Dies tritt besonders bei den Fischen deutlich hervor, die mit einem besonderen Apparat zur Verengerung und Erweiterung der Schwimmblase versehen sind. So wird z. B. bei mehreren Welsen (*Auchenipterus*, *Doras*, *Malapterurus* u. a.) die vordere Abtheilung der Schwimmblase durch einen, wie eine Sprungfeder wirkenden Knochen eingedrückt, der am ersten Wirbel befestigt ist. Wird die Feder durch einen Muskel gehoben, so wird die Schwimmblase vorn ausge-

---

*) Die *Physostomi* sind Weichflosser, deren Bauchflossen, wenn vorhanden, immer abdominal sind, die einzigen unter allen Knochenfischen, deren Schwimmblase immer einen Luftgang besitzt. *Siluroidei Cuv. Cyprinoidei Ag. Characini Müll. Cyprinodontes Ag. Mormyri Cuv. Esoces Müll. Galaxiae Müll. Salmones Müll. Scopelini Müll. Clupeidae Cuv. Heteropygii Tellk.* (*Physostomi abdominales*). — *Muraenoidei Müll. Symbranchii Müll. Gymnotini Müll.* (*Physostomi apodes.*) (J. Müller, Ueber den Bau und die Gränzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische. Berlin 1846).

dehnt; und zugleich folgt daraus die Hebung des vorderen Körperendes. Dasselbe wird bei den Ophidien durch eine, wie ein Stöpsel wirkende Vorrichtung erreicht.

J. Müller, Beobachtungen über die Schwimmblase der Fische. In: Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. Schluss der vergl. Anat. der Myxinoiden. Berlin 1845.)

II. Die excernirende Drüse der Trematoden.

Am Schwanzende der meisten Trematoden mündet ein schlauchförmiges contractiles Organ, welches eine helle, viele Körner und Bläschen enthaltende Flüssigkeit nach aussen entleert. Die von ihm ausgehenden Kanäle verzweigen sich mitunter durch den ganzen Körper und scheinen mit dem oben (S. 187) erwähnten Gefässsystem in Verbindung zu stehen. Es liegt nahe, mit diesem Kanalsystem das Wassergefässsystem der Rhabdocoelen, die den Trematoden so verwandt sind, zu vergleichen. Allein das Excretionsorgan der Trematoden scheint seinen Inhalt nur durch Aufsaugung aus dem Körperparenchym zu gewinnen und könnte nur insofern beim Respiratiosprocess betheiligt sein, als es das durch Endosmose in den Körper (und in das Gefässsystem?) aufgenommene Wasser vielleicht wieder aus dem Körper schafft. Dabei kann es zugleich als Harnorgan dienen.

Man vergl. darüber H. Meckel in dem öfter citirten Aufsatze.

III. Die Kitt-Drüsen der Ringelwürmer.

Die Absonderung der Kalkröhren, in welchen die Serpulinen sich verbergen, geht wahrscheinlich von dem auf dem ersten Körpersegment befindlichen Hautanhange aus, dem sogenannten Kragen, der sich also wie der Mantelrand der Gehäusmollusken verhalten würde.

Bei anderen Kapitibranchiaten und bei *Amphicora*, welche aus kleinen Steinen, Pflanzentheilen und anderem Materiale ihre Röhre zusammensetzen, finden sich innere, mit besonderen Ausführungsgängen versehene Drüsen, welche den zum Zusammenfügen jener Stoffe dienenden Leim oder Kitt absondern. Bei *Amphicora* liegen sie in der Nähe des Afters, nierenförmig, zu beiden Seiten des Darmkanals. Die aus ihrem hinteren Ende abgehenden Ausführungsgänge vereinigen sich und münden, wie es scheint, gemeinschaftlich in den Mastdarm. Bei *Amphitrite* münden die vier Kitt absondernden Drüsen gemeinschaftlich am ersten Körpersegment. Aehnliche Drüsen sind im Vorderende von *Sabella* und *Terebella* beobachtet.

IV. Der Tintenbeutel der Cephalopoden.

Ungefähr in der Mittellinie des Bauches, auf der Leber, besitzen die Cephalopoden ein meist birnförmiges Organ, in dessen dicken, zelligen Wandungen die Absonderung des bekannten schwarzen Pigmentes vor sich geht. Der Ausführungsgang der Tintendrüse mündet neben dem After oder noch in den Mastdarm, und das Pigment wird mit dem in die Mantelhöhle aufgenommenen Wasser durch den Trichter ausgespritzt.

V. Die Spinnwerkzeuge der Araneen und Insectenlarven.

Den Stoff, aus welchem die Spinnen ihr Gewebe verfertigen, wird durch eine Menge von Drüsen secernirt, die zwischen den Eingeweiden des Hinterleibes liegen und auf vier (bei *Mygale*) oder sechs (bei den übr. Aran.) Spinnwarzen münden. Die feinere Structur dieser Drüsen ist sehr einfach und gleichförmig, indem überall eine secernirende Zellenschicht zwischen einer *tunica propria* und einer *tunica intima* liegt. Ihre Zahl ist häufig ganz

enorm; so zählt man bei *Epeira* über tausend. Man kann ungefähr fünf verschiedene Arten unterscheiden, die sich alle bei *Epeira* in folgender Weise finden. 1) *Glandulae aciniformes*, die beerenförmigen Drüschen, werden aus kleinen birnförmigen Acini gebildet und vereinigen sich, je über hundert, zu sechs kleinen Läppchen für die sechs Spinnwarzen, indem ihre Ausführungsgänge schraubenförmig um einander gewunden sind. 2) *Gl. ampullaceae*, die bauchigen Drüsen, für jede Spinnwarze eine, nehmen von ihrem blinden Ende allmälig an Dicke zu, verengern sich dann plötzlich und gehen in einen langen, eine Schlinge bildenden Ausführungsgang über. 3) *Gl. tubuliformes*, die cylindrischen Drüsen, je zwei für die beiden oberen Spinnwarzen, je eine für die mittleren. Sind den vorigen ähnlich. 4) *Gland. aggregatae*, die baumförmigen Drüsen, werden aus weiten, mit vielen Taschen besetzten Kanälen gebildet. Auch der mittlere Theil ihrer Ausführungsgänge ist mit Blindsäckchen besetzt. Je ein Paar mündet in die oberen Spinnwarzen. 5) *Gl. tuberosae*, die knolligen Drüsen. Sie sind dichotomisch, aber nicht weit verästelt, und ihre Aeste bilden varicöse Anschwellungen. Von diesen Drüsen sind nur zwei für die mittleren Warzen vorhanden.

Die Spinnwarzen haben die Form schief oder gerade abgestumpfter Kegel und bestehen aus zwei oder drei Gliedern. Die Ausführungsgänge der Drüsen ragen als die sogenannten Spulen oder Spinnröhren über die Gipfel der Warzen hinaus, und der Spinnenfaden besteht also aus so viel einzelnen Strängen, als Drüsen und Spulen vorhanden sind.

Die Larven vieler holometabolischen Insecten, welche entweder schon vor dem Puppenzustande in einem gemeinschaftlichen Gewebe leben, wie manche Raupen, oder sich für ihr Puppenleben einspinnen, sind mit Spinndrüsen *(sericteria)* versehen, deren Structur mit der-

jenigen der Speicheldrüse übereinstimmt, und die als fadenförmige, während der Spinnzeit anschwellende Schläuche zu beiden Seiten des Darmkanals liegen. Ihre Ausführungsgänge münden an der Unterlippe. Bei der Larve von *Myrmeleon* versieht der Mastdarm die Stelle der Spinndrüse.

Vergl. H. Meckel, Mikrographie u. s. w. Müller's Archiv 1846.

VI. Die Giftdrüsen.

Mit einem sehr eigenthümlichen Gift- und Wehrapparat ist die mikroskopische Rhabdocoele *Prostomum lineare* versehen. Er besteht aus einem in einer Scheide sich bewegenden hohlen Stachel und einer an dessen oberem Ende befindlichen Giftblase. Der Stachel tritt aus dem Ende des Hinterleibes hervor, in welchen das Organ in seiner gewöhnlichen Lage ganz zurückgezogen ist.

Vergl. O. Schmidt, Die rhabdoc. Strudelwürmer. Jena 1848 S. 25.)

Sehr vielen Arachniden sind fadenförmige oder schlauchförmige Giftdrüsen eigenthümlich, deren Ausführungsgang in die hohlen Klauenfühler einmündet. Bei den Scorpionen liegen die Drüsen im letzten Schwanzsegment.

Unter den Insecten besitzen namentlich die Weibchen der Hymenoptern einen Giftapparat am Hinterleibsende. Die Drüse ist paarig, zwei einfache (*Vespa*, *Apis*) oder verästelte (*Pompilus*) Schläuche, deren Secret sich in einer Blase ansammelt. Aus diesen wird es gewöhnlich durch den hohlen Stachel entleert. Die Ameisen, denen der Stachel am Hinterleibe fehlt, machen die Wunde, in welche sie das Gift spritzen, mit den Kiefern. Die feinere Structur dieser Giftorgane der Spinnen

und Insecten erinnert an die Speichelgefässe derselben Thiere.

H. Meckel l. c..

Die Giftdrüse der Schlangen, der *parotis* entsprechend, liegt hinter und unter dem Auge. Ihr Drüsengewebe ist von einer fibrösen, häufig doppelten Scheide umgeben. Der Ausführungsgang, den die Scheide, wenn sie doppelt ist, begleitet, mündet in den Giftzahn (s. ob. S. 167).

J. Bächtold (*praes.* Rapp), Untersuchungen über die Giftwerkzeuge der Schlangen. Tüb. 1843.

Vierter Abschnitt.

Das Fortpflanzungssystem.

Am weitesten ist in der Thierwelt die sogenannte geschlechtliche Fortpflanzung verbreitet, durch Samen und Eier, daher auch die meisten Thiere besondere Fortpflanzungsorgane besitzen. Davon sind die wichtigsten die beiden Drüsen, welche zur Absonderung der Eier und des Samens dienen, der Eierstock und der Hode, während die übrigen Organe, welche die Geschlechtsproducte aufbewahren und ausführen, und welche die Begattung vermitteln, unwesentlich sind und daher fehlen können. Die anatomischen Verhältnisse der eigentlichen Fortpflanzungswerkzeuge sind ganz unabhängig von den Erscheinungen, welche die spätere Entwickelung des Eies und des aus dem Ei gekommenen Jungen darbietet, daher wir jene auch für sich betrachten.

Eine andere Art der Fortpflanzung geschieht ohne Samen und Eier, also auch ohne jene Geschlechtswerkzeuge, indem das Thier sich theilt oder Knospen treibt. Beide Vorgänge sind mit einander verwandt und gehen häufig so in einander über, dass sie nicht wohl zu trennen sind.

Das aus dem Ei hervorgegangene Individuum ist zwar oft, wie man diess z. B. an den Vögeln sieht, seinen Eltern so weit ähnlich, dass der Unterschied nur in der verschiedenen Grösse und in der verzögerten Entwick-

lung einzelner Organe, namentlich der Generationsorgane beruht. Allein wohl in der Mehrzahl der Fälle ist diese Aehnlichkeit zwischen Eltern und Jungen nicht da; häufig tritt sie erst nach weiteren Evolutionen und Umwandlungen des Individuum hervor, häufig auch wird das aus dem Ei gekommene Product nie selbst dem Mutterthier ähnlich, sondern behält eine von seinen Eltern völlig verschiedene Gestalt und Lebensweise, entwickelt keine Geschlechtsorgane und giebt (durch Keimbereitung oder Knospung) einer Brut das Dasein, die entweder nochmals dieses Spiel wiederholen kann oder selbst mit Geschlechtsorganen ausgestattet und der ersten, Eier legenden Generation ähnlich wird. Diese Art der Fortpflanzung, welche vielen wirbellosen Thieren eigenthümlich ist, hat man mit dem Namen des Generationswechsels belegt. Sie ist also viel weiter greifend, als die blosse Metamorphose, wo dasselbe, sich aus dem Ei entwickelnde Individuum zwar auch anfänglich dem Mutterthier unähnlich, aber doch *potentia* gleich dem Mutterthier ist, und nur längere oder kürzere Entwickelungsphasen hat (als Larve), um ohne Zwischengenerationen sich später geschlechtlich fortzupflanzen *).

*) Weiter, als in der obigen Uebersicht angedeutet, auf die Geschlechts- und Entwickelungsverhältnisse einzugehen, verbieten uns die diesem Werkchen gesteckten Gränzen, und muss solches einer specielleren Entwickelungsgeschichte überlassen bleiben.

Erstes Kapitel.

Die Fortpflanzungsorgane.

1. Die Fortpflanzungsorgane der Infusorien.

Nach Ehrenberg pflanzen sich die Infusorien, ausser durch Theilung und Knospen, auch durch Eier fort und sind, als Zwitter mit Selbstbefruchtung, mit einem doppelten Geschlechtsapparat versehen, indem die sich häufig im Parenchym findenden grünen Kügelchen als Eier, eine oder mehrere, verschieden geformte und durch ihre grössere Consistenz sich auszeichnende Drüsen als männliche Samendrüsen, die contraktilen Blasen aber als Befruchtungsorgane anzusehen wären*).

---

*) Diese Deutungen wurden von Ehbg. in der Hoffnung und Voraussetzung unternommen, dass die Merkmale, welche eine strengere Physiologie an dergleichen Organen sucht, durch spätere Entdeckungen erhärtet werden würden. Diess scheint jedoch zum grossen Theil nicht zu geschehen. Ich kann zwar keinesweges die Meinung von v. Siebold u. A. theilen, als ob Ehbg. zerfallene Nahrungsstoffe willkürlich für Eier genommen hätte; vielmehr haben die bewussten grünen Körperchen ein so bestimmtes Gepräge, dass man sie auf den ersten Blick wieder erkennt. Allein gerade ihre völlige Identität mit den grünen Körperchen im Parenchym von Strudelwürmern (z. B. bei *Hypostomum viride* Schm.), macht mir ihre Bedeutung als Eier sehr zweifelhaft; denn die Eier jener Turbellarien sind ganz anders, und auch bei den Infusorien hat man bis jetzt eine Entwicklung der grünen Körperchen nicht verfolgen können. Ob sie dennoch nicht etwa eigenthümliche Keime sind, deren Veränderungen auf den Umwegen langer Metamorphosen sich bis jetzt nicht haben erkennen lassen, muss die Zukunft lehren. Es ist ferner nicht zu leugnen, dass den

2. Die Fortpflanzungsorgane der Strahlthiere.

Polypen. Wahrscheinlich können sich alle Polypen, wenn auch nur periodisch, durch Eier fortpflanzen. Die Geschlechtsorgane (Eierstock und Hode) scheinen meist auf verschiedene Individuen vertheilt zu sein, die, wenn die Polypen Kolonieen gründen, entweder gemischt an demselben Polypenstocke vorkommen (z. B. bei *Tendra zostericola)*, oder die männlichen und die weiblichen Kolonieen sind von einander getrennt (*Veretillum cynomorium*, *Alcyonium*), und die Befruchtung wird, wie bei den einzeln stehenden Polypen (*Actinia*) durch das Wasser vermittelt, während bei den gemischten Polypenkolonieen die Samenflüssigkeit durch die mit einander communicirenden Röhren des Stockes übertragen wird.

Hoden und Eierstöcke sind hand- oder traubenförmig, ragen bei den Bryozoen vom Magen frei in die Leibeshöhle hinab, und sind bei den Anthozoen gekrösartig an den der Leibeshöhle zugekehrten Magenwandungen befestigt. Eier oder Samen gelangen unmittelbar in die Leibeshöhle, und erstere werden bei den Anthozoen, wie die Jungen der lebendig gebärenden Actinien, durch den Mund, bei den Bryozoen durch eine Oeffnung neben dem After entleert.

Quallen. Die Generationsorgane der Rippen- und Scheibenquallen kennt man mit ziemlicher Sicherheit, während die Angaben über die Geschlechtsverhältnisse der Röhrenquallen sehr differiren.

Die Rippenquallen sind Zwitter; ihre schlauchförmigen Hoden und Ovarien, die sich, wie bei den Schei-

---

sogenannten Samendrüsen dasjenige Kriterium abgeht, was, wie es scheint, allgemein von den männlichen Organen postulirt werden muss, die sich in ihm entwickelnden Samenthierchen; wie denn auch in den contractilen Blasen nie eine wirkliche Samenflüssigkeit gefunden ist, sondern dieselben nach meinen Beobachtungen (vergl. oben S. 220) als Wasser führende Respirationsorgane zu nehmen sind.

benquallen, nur periodisch entwickeln und sich äusserlich so gleichen, dass sie häufig nur durch eine nähere Analyse ihres Inhaltes sich unterscheiden lassen, liegen neben den Rippen, auf einer Seite ein Ovarium, auf der andern ein Hode. Ob der von ihnen bis zum Munde gehende Ausführungsgang nach aussen mündet, ist ungewiss.

Die Anordnung der an Form und Farbe sich täuschend ähnlich sehenden, aber auf verschiedene Individuen vertheilten Geschlechtsorgane der Scheibenquallen ist sehr variirend. Bei mehreren Gattungen (z. B. *Oceania*) durchkreuzen sich die Hoden oder Ovarien, indem sie radienförmig vom Scheibenrande nach dem Magen verlaufen, ohne deutliche Mündungen. Bei anderen (*Rhizostomum*, *Medusa*, *Pelagia* u. a.) finden sich an der Unterfläche der Scheibe, um die Basis der grossen Arme herum, vier Höhlen, in deren Grunde die handförmigen, auf verschiedene Weise gruppirten Geschlechtsdrüsen befestigt sind. An den Armen einiger weiblichen Scheibenquallen (*Medusa*) entwickeln sich eigenthümliche Bruttaschen, in welchen längere Zeit die Jungen beherbergt werden.

Eigene Begattungsorgane fehlen den Quallen, daher bei den getrennten Geschlechtern die Uebertragung des Samens durch das Meerwasser geschieht.

Sehr eigenthümlich verhält sich die, wegen der übrigen Hydrinen den Quallen zugezählte Gattung *Hydra*, an der sich periodisch äussere Geschlechtsorgane entwickeln. Die Hoden wachsen unter der Basis der Arme als konische, an der Spitze durchbohrte Papillen hervor und enthalten eine sehr gewöhnliche Spermatozoenform, bestehend aus einem Köpfchen mit dem haarförmigen Anhange. An demselben Individuum, unterhalb der Hoden, treten verhältnissmässig grosse Eier hervor, die sich nach und nach abschnüren und mit einer harten, bei *Hydra vulgaris* mit vielen zackigen Fortsätzen versehenen Hülle umgeben.

Echinodermen. Fast alle Echinodermen sind getrennten Geschlechtes, indem vielleicht nur die Gattung *Synapta* hermaphroditisch ist. Auch hier sind Weibchen und Männchen ausser der Brunstzeit kaum zu unterscheiden. Die Ovarien und Hoden sind einfache oder verästelte Schläuche, die häufig keine Ausführungsgänge besitzen und daher ihre Producte durch Dehiscenz in die Leibeshöhle entleeren. Bei den Crinoiden liegen die Geschlechtsschläuche an den *pinnulae*. Die fünf Hoden oder Ovarien der Echinoiden befinden sich zwischen den Ambulakralbläschenreihen. Die einzelnen Blindsäckchen jedes Organs münden in einen besonderen Ausführungsgang, welcher am Rücken die Genitalplatten durchbohrt. Bei den Ophiuren liegen die gelappten Geschlechtstheile, je zwei, also zehn im Ganzen, in den Interradialräumen um den Magen herum; sie sind mit einem nach dem Munde gehenden Stiele versehen, der jedoch nicht der Ausführungsgang zu sein scheint. Wahrscheinlich fallen Samen und Eier in die Leibeshöhle und werden durch die Spalten des Hautskeletes entleert. Die varicösen Geschlechtsdrüsen der Asterien liegen in den Armwinkeln und sind bei den afterlosen und auch mehreren mit einem After versehenen Seesternen ohne Oeffnungen und Ausführungsgänge. Bei anderen Seesternen mit After (*Asteracanthion rubens*, *Solaster papposus*) finden sich auf dem Rücken in jedem Interradialraume zwei nackte, siebartig durchlöcherte Stellen (*laminae cribrosae*), wo die Ausführungsgänge münden.

Der Eierstock oder Hode der Holothurien besteht aus einem Büschel verästelter Blindsäcke (Ovarium roth, Hode weisslich), welche frei in der Leibeshöhle liegen und vorn in einem einzigen Ausführungsgange zusammenkommen, der zwischen den Tentakeln an der Rückenseite mündet.

Bei *Sipunculus* und *Phascolosoma* sind in der Nähe

des Afters zwei, bei *Echiurus* im Vordertheile vier Genitalschläuche beobachtet. Ob sie indessen besondere Mündungen haben, ist unsicher.

3. Die Fortpflanzungsorgane der Würmer.

Strudelwürmer. Die Generationsorgane der Turbellarien sind nach einem sehr verschiedenen Typus gebaut, indem die Nemertinen, getrennten Geschlechtes, ganz von den, mit einer Ausnahme hermaphroditischen Rhabdocoelen und Dendrocoelen abweichen, und auch zwischen diesen Ordnungen und innerhalb derselben erhebliche Verschiedenheiten obwalten. Bei den Nemertinen liegen in unbestimmter Anzahl zu beiden Seiten des Darmkanals Drüsen, welche Samen oder Eier absondern und diese durch besondere Oeffnungen, ohne dass eigene Begattungsorgane vorhanden wären (vergl. oben S. 153), nach aussen entleeren. Hat man, wegen dieser Wiederholung der Geschlechtstheile, die Nemertinen nicht unpassend mit den Cestoden verglichen, so schliessen sich die beiden andern Ordnungen, namentlich aber die Rhabdocoelen hinsichtlich ihrer Geschlechtsverhältnisse an die Trematoden an. Die weibliche Geschlechtsdrüse ist in zwei Particen zerfallen, einen Keimstock, welcher den eigentlich embryonalen Theil des Eies, vergleichbar mit dem Keimbläschen und dem Keimfleck, bereitet, und einen Dotterstock, der jenen gewöhnlich vielmal an Ausdehnung übertrifft. Vermuthlich sind auch bei den Dendrocoelen diese beiden Drüsen getrennt, wenigstens ist es bei *Monocelis* der Fall. Zum weiblichen Geschlechtsapparat gehört in der Regel noch eine bei und nach der Begattung zur Aufnahme des Samens dienende Tasche, *receptaculum seminis*, wie dieselbe auch bei vielen Mollusken und Arthropoden gefunden wird, und ferner nicht selten ein anderer sackförmiger Behälter, Uterus, in welchen der Keim nach der Befruchtung gelangt, und in

welchem sich das Ei durch das Heranziehen von Dotter vervollständigt. Die männlichen Samendrüsen bestehen aus grossen, hufeisenförmigen oder birnförmigen Schläuchen, mit denen in der Regel auch besondere Samenblasen in Verbindung stehen, nicht selten auch sonderbar geformte harte Organe (z. B. bei *Hypostomum*) die bei der Begattung dienlich zu sein scheinen. Einen wahren *penis* besitzen vielleicht nur die Dendrocoelen. Uebrigens zeigt, unter den Rhabdocoelen wenigstens, fast jede Art Besonderheiten. Sehr eigenthümlich verhält sich *Dinophilus vorticoides Schm.* Diese Rhabdocoele ist getrennten Geschlechtes. Die männlichen Geschlechtstheile sind paarig. Auf jeder Seite ist ein schlauchförmiger Hode, welcher mit einer Samenblase in Verbindung steht; die kurzen Ausführungsgänge der Samenblasen stossen unterhalb des Mastdarms zusammen und sind, wie dieser, von einem starken Sphincter geschlossen. Die gemeinsame Intestino-Genitalöffnung liegt über dem Schwanze. Beim Weibchen lassen sich Dotter- und Keimstöcke nicht als gesonderte Organe unterscheiden. Die Eier entwickeln sich in vier elliptischen Behältern, welche, sobald sie mit Eiern angefüllt sind, ganz ausgestossen werden. Ein grosses dünnwandiges *receptaculum seminis* steht mit der Analöffnung in Verbindung. Wir können aus diesem Beispiel entnehmen, wie wenig im Allgemeinen die systematische Stellung eines Thieres von der Anordnung und Beschaffenheit seiner Geschlechtsorgane abhängig ist.

Eingeweidewürmer. Die Trematoden und Cestoden sind Hermaphroditen. Die Geschlechtsorgane sind am genauesten von den ersteren bekannt. Ihre Uebereinstimmung mit manchen Rhabdocoelen ist sehr gross. Immer sind Keimstock und der paarige Dotterstock getrennte Organe; letzterer ist sehr ausgedehnt, baum- oder traubenförmig, und schimmert, wie bei den Rhabdocoelen, durch die Haut. Die Ausführungs-

gänge beider Drüsen gehen in den langen Uterus über, der mit einer Scheide nach aussen mündet. Gewöhnlich sind zwei rundliche Hoden vorhanden, die jedoch auch (z. B. bei *Fasciola hepatica)* die Form vielfach verästelter Blindsäcke haben können. Ihre beiden *vasa deferentia* gehen in die, im sogenannten Cirrusbeutel liegende *vesicula seminalis exterior* über, deren Fortsetzung ein meist langer *ductus eiaculatorius* mit einem durchbohrten *penis* ist. Dieser und die weibliche Scheide liegen in einer gemeinschaftlichen, gewöhnlich am Vorderkörper befindlichen Geschlechtsöffnung. Durch ein besonderes *vas deferens* aus dem einen Hoden wird noch eine Blase, die *vesicula seminalis interior* mit Samen gefüllt, und diese mündet in den Uterus. Auf diese Weise scheint für die Selbstbefruchtung gesorgt zu sein, während der Penis und der mit ihm zusammenhängende Samenbehälter für die wechselseitige Befruchtung dienen.

Aehnlich scheinen sich auch die Geschlechtsorgane der Cestoden zu verhalten, nur unterscheiden sich diese Würmer dadurch wesentlich von den Trematoden, dass die Geschlechtstheile in den einzelnen Gliedern (mit Ausnahme von *Caryophyllaeus*) sich wiederholen, der Art, dass sie in den vorderen Gliedern noch gar nicht vorhanden, in den mittleren unvollständig, am meisten aber in den hinteren Körpergliedern entwickelt sind. Die Geschlechtsöffnungen liegen in der Mitte des Bauchseite der Glieder oder an den Seitenrändern, bald für männliche und weibliche Organe gemeinsam, bald getrennt.

Bei den Acanthocephalen, Nematoden und Gordiaceen sind die männlichen und weiblichen Generationsorgane auf verschiedene Individuen vertheilt; jede Ordnung verhält sich aber wiederum eigenthümlich. Bei den Acanthocephalen finden sich frei in der Leibeshöhle in mehrfacher, unbestimmter Anzahl platte Körper, in und an denen die Eier sich entwickeln. Die Eier fallen

dann auch einzeln ab, indem sie sich in diesem losgelösten Zustande noch weiter entwickeln, bis sie durch das trichterförmige Ende des Uterus aufgenommen werden. Der Uterus ist an dem von der Rüsselscheide nach hinten sich erstreckenden *ligamentum suspensorium* befestigt; sein Ausführungsgang, die Scheide, mündet am Hinterende. In den männlichen Acanthocephalen sind gewöhnlich zwei hinter einander liegende rundliche Hoden am *ligam. susp.* befestigt, deren *vasa deferentia* nach dem Hinterende zum Penis gehen. Dieser, gewöhnlich eingezogen, endigt, wenn er hervorgestülpt wird, mit einer Art von Glocke, welche beim Coitus die weibliche Geschlechtsmündung umfasst. Kleine birnförmige Drüschen in der Nähe der Hoden und der Samenleiter scheinen die klebrige Masse abzusondern, welche häufig an der weiblichen Geschlechtsmündung haftet. Die weiblichen Organe der Nematoden stellen einen einfachen oder gabeligen Blindsack, die männlichen immer eine einfache lange Röhre dar. Dort lassen sich die verschiedenen weiteren und engeren Abtheilungen als Ovarium, Eileiter, Uterus und Scheide, weit nach vorn mit einem Querspalt mündend, hier als Hode, *vas deferens*, *vesicula seminalis* und *ductus eiaculatorius* unterscheiden. Mit dem *duct. eiacul.* steht die Penisscheide in Verbindung. Der aus harter Substanz bestehende einfache oder doppelte Penis ist von sehr verschiedener Form. Als Hülfsbegattungsorgane dienen den Männchen mancherlei äussere Anhänge, auch scheint häufig, wie bei den Acanthocephalen, ein Kitt zur innigeren Vereinigung der Begattungsorgane secernirt zu werden.

Auch bei den Gordiaceen sind die Fortpflanzungswerkzeuge schlauchförmig und lassen eine ähnliche Eintheilung zu.

Räderthiere. Die Rotatorien scheinen Zwitter zu sein, obwohl man sich nur den weiblichen Ge-

schlechtsapparat leicht und sicher zur Anschauung bringt. Derselbe besteht in einem einfachen oder doppelten schlauchförmigen Ovarium, in dem sich die Eier gewöhnlich in geringerer Anzahl entwickeln und dessen Ausführungsgang in die Kloake übergeht. Viele Räderthiere (z. B. die Brachionen) pflegen ein oder mehrere Eier an ihrem Hinterleibe angeheftet mit sich herumzutragen. Als männliche Geschlechtswerkzeuge sind von Ehrenberg zwei von dem Kopfe längs der Seiten des Körpers nach dem Hintertheile sich erstreckende und in die contractile Blase einmündende band- oder keulenförmige Organe betrachtet und für Hoden erklärt worden, während die contractile Blase als Samenschneller dient. Nach Anderen (z. B. v. Siebold) ist der männliche Geschlechtsapparat bis jetzt unerkannt geblieben *).

---

*) Von v. Siebold (Vergl. Anat. S. 181) sind die bandförmigen Organe mit der contractilen Blase für ein Wassergefässsystem erklärt worden. Ueber die Gründe, welche gegen diese Annahme anzubringen, vergleiche man meinen Versuch einer Darstellung der Organisation der Räderthiere, Wiegm. Arch. 1846. So lange freilich die eigentliche Samenflüssigkeit und ihre Bildungsstätte nicht gefunden, wird die Entscheidung über die männlichen Organe immer unsicher bleiben. Von den samenthierartigen Körperchen, welche Kölliker bei *Megalotrocha alboflavicans* gefunden, vermuthet v. S., es sei eine Verwechselung mit den Zitterorganen gewesen. Dass die Räderthiere in der That Samenthierchen führen und zwar zugleich mit Eiern, ist mir durch eine, wenn auch unvollkommene Beobachtung gewiss geworden. Aus mehreren Individuen von *Euchlanis macrura* wurden vor einigen Wochen (im physiologischen Institute zu Jena, im Beisein mehrerer meiner Collegen) beim Zerdrücken grosse Massen cercarienförmiger Körperchen mit dem frappanten Gewimmel der Samenfäden frei, bestehend aus einem länglichen, vorn schmäleren und fast abgekuppten, hinten dickeren und stumpf abgerundeten Köpfchen von 0,0005 paris. Zoll, mit einem langen fadenförmigen Anhange. Von ihrem Vorhandensein liess sich, so lange die Thiere unverletzt, nichts bemerken, daher es dahin gestellt bleiben muss, in welchem Organe

Ringelwürmer. Die Egel, Regenwürmer und Naiden sind Zwitter mit gegenseitiger Befruchtung. Die Geschlechtsöffnungen liegen am Bauche im Vordertheile, die weiblichen hinter den männlichen; die Begattung geschieht, indem sich die entgegengesetzten Körperenden der beiden Individuen an einander legen. Von den Hirudineen mag *Hirudo medicinalis* als Vorbild dienen; ihm schliessen sich die übrigen mit einigen, namentlich auf die Zahl der Hoden bezüglichen Abweichungen an. Zwei rundliche Eierstöcke haben jeder einen kurzen Eileiter, die sich zu einem längeren, gemeinschaftlichen Ausführungsgange vereinigen. Dieser führt in einen birnförmigen, mit einer kurzen Scheide endigenden Uterus über. Neun Paar Hoden liegen in zwei Reihen zu den Seiten der Ganglienkette; ihre kurzen Ausführungsgänge münden in die beiden langen *vasa deferentia*, die sich vorn zu zwei Samenblasen erweitern. Die *ductus eiaculatorii* derselben gehen in den, den herausstülpbaren Penis enthaltenden Bulbus.

Die Kapseln (Cocons), womit viele Egel ihre Eier umgeben, werden von eigenthümlichen, während der Brunstzeit und vor dem Legen sich entwickelnden Hautdrüsen als eine schleimige, bald erhärtende Masse secernirt.

Die anatomischen Verhältnisse der Geschlechtswerkzeuge der Lumbricinen und Naiden sind noch nicht hinlänglich aufgeklärt, da man zwar leicht im vorderen Theile der Leibeshöhle mehrere schlauchförmige Drüsen bemerkt, die zum Theil entwickelte und unentwickelte Sperma-

---

sie sich aufhalten. Dass es die Spermatozoen eines verschlungenen Thieres etwa einer Turbellarie gewesen seien, ist sehr unwahrscheinlich. Der beste Beweis, dass die Räderthiere Hermaphroditen sind, scheint mir der zu sein, dass man aus einem Ei, welches man gleich nach dem Legen isolirt, eine Familie ziehen kann, ein Experiment, welches z. B. mit *Hydatina senta* sehr leicht gelingt.

tozoen, zum Theil Eier enthalten, ihre gegenseitige Verbindung aber und ihre Ausführungsgänge nur unvollkommen hat verfolgen können. Bei den Regenwürmern scheint eine ähnliche Ineinandersackung der Geschlechtsdrüsen statt zu finden, wie bei den hermaphroditischen Schnecken. Bei den Naiden fallen die Eier wahrscheinlich in die Leibeshöhle und werden hier durch zwei lange, vielfach gewundene Eileiter, die mit langen, fimbrienartigen Wimpern versehen sind, aufgenommen. Die Geschlechtsmündungen sind paarig. Als äusseres Begattungsorgan dient den Regenwürmern der sogenannte Sattel. Er entwickelt sich besonders zur Brunstzeit, und die Thiere umfassen sich mit seinen an der Bauchseite befindlichen Rändern. Er entsteht ebenso wie der Gürtel anderer Lumbricinen und Naiden durch eine Anhäufung weisslicher Drüsenbälge.

Viel einfacher, als die genannten Anneliden, verhalten sich die Kiemenwürmer. Sie sind getrennten Geschlechtes; ihr ganzer Generationsapparat besteht nur in einem Paar Drüsen-Körpern oder Schläuchen, welche ausser der Brunst häufig gar nicht zu bemerken sind, während derselben aber oft ganz enorm anschwellen und mit Samen oder Eiern gefüllt sind. Sie besitzen keine Ausführungsgänge, sondern entleeren ihren Inhalt, wahrscheinlich indem sie bersten, in die Leibeshöhle. Von hier aus gelangen Samen und Eier vielleicht durch besondere Oeffnungen zwischen den Fussstummeln ins Wasser, bei andern Kiemenwürmern wird die Leibeshöhle vielleicht durch Ablösung der hinteren Körpersegmente geöffnet.

4. Die Fortpflanzungsorgane der Arthropoden.

Crustaceen. Nur bei den Cirripedien scheinen beiderlei Gesclechtsorgane in demselben Individuum vereinigt zu sein, wiewohl auch gegen ihren Hermaphrodi-

lismus Zweifel erhoben sind. Das Ovarium der Lepaden liegt im Stiel, bei den Balanen zerfällt es in mehrere, zwischen den Mantelblättern befindliche Partieen. Bei beiden verweilen die Eier bis zum Auskriechen der Jungen in der Mantelhöhle. Die Hoden bestehen aus zwei Haufen traubenförmig vereinigter Follikel, zu den Seiten des Darmkanals. Ihre weiten *vasa deferentia* vereinigen sich am Grunde des bekannten schwanzförmigen Anhanges, durch welchen sich der *ductus eiaculatorius* erstreckt.

Bei allen übrigen Crustaceen sind die weiblichen und die männlichen Organe auf verschiedene Individuen vertheilt, sind aber desshalb häufig verkannt worden, weil beiderlei Geschlechtswerkzeuge oft täuschend in den äusseren Formen einander wiederholen. Zu anderen irrigen Meinungen hat der Umstand Veranlassung gegeben, dass bei gewissen Ordnungen, z. B. den Lophyropoden, höchst selten, bei manchen Arten noch gar nicht die Männchen gefunden sind, und dass bei anderen Ordnungen, namentlich den Parasiten, häufig die Männchen so ausserordentlich klein im Vergleich zu den Weibchen sind, dass sie leicht ganz übersehen werden, oder, bei ihrem schmarotzenden Aufenthalt am Weibchen, selbst wieder für eigene Schmarotzergattungen der Weibchen gehalten worden sind.

Unerachtet der vielen Abweichungen in den verschiedenen Ordnungen und weiteren Unterabtheilungen, lässt sich doch ein gemeinsamer Typus der Geschlechtsorgane, sowohl der weiblichen als der männlichen, nicht verkennen, daher auch die genauere Beschreibung aller dieser Variationen mehr ein specielleres zootomisches Interesse hat, als wir hier verfolgen.

Weibliche Fortpflanzungsorgane.

Die gewöhnlich doppelten Ovarien liegen neben dem Darme; sie sind theils (Parasiten, Lophyro-

poden, Laemodipoden, Isopoden, Amphipoden u. a.) einfache Schläuche, theils (z. B. bei *Apus*) vielfach verästelt. Das Ovarium von *Astacus fluviatilis* ist dreilappig, indem die beiden seitlichen Lappen den beiden Ovarien der übrigen Crustaceen entsprechen, und liegt unter dem Herzen. Zu jedem Eierstock gehört ein besonderer Eileiter, und beide Eileiter münden nach einem längeren oder kürzeren Verlaufe gesondert, gewöhnlich an der Basis eines Fusspaares nach aussen, z. B. bei den Anomuren und Macruren am dritten Fusspaare, bei den Brachyuren auch an demselben Körpersegment, aber zu den Seiten der Mittellinie. Die meisten weiblichen Crustaceen tragen die befruchteten Eier noch eine Zeit lang, meist bis zum Auskriechen der Embryonen, mit sich umher. Sie sind desshalb oft mit besonderen Hülfsorganen ausgestattet. Dahin gehören u. a. die in der Nähe der Geschlechtsöffnungen mündenden Drüsenschläuche, die einen Kitt zur Befestigung der Eier absondern (Parasiten, Lophyropoden). Sehr häufig sind auch, wo diese Kittorgane fehlen, am Bauche besondere Bruttaschen (*marsupium*) zur Aufnahme der Eier angebracht (Laemodipoden, Asseln, Amphipoden u. a.). Bei den Decapoden werden die Eier durch die mehr als bei den Männchen entwickelten Afterfüsse gehalten.

Durch den Besitz von weiblichen Samentaschen (*receptacula seminis*), deren Ausführungsgänge in die Vulve münden, weichen auch hier wieder die Myriopoden von den übrigen Crustaceen ab. Ihr Ovarium scheint immer einfach zu sein (doppelt nach Stein u. A. bei den Juliden und Glomeriden), wogegen häufig ein doppelter Eileiter vorhanden ist. Die weiblichen Geschlechtsmündungen sind entweder (*Lithobius*, *Geophilus* u. a.) am letzten Hinterleibsegmente oder (*Julus, Glomeris*) am dritten Körperringel.

Männliche Fortpflanzungsorgane.

Nur selten, wie bei den *Cyclopidae*, ist der Hode einfach; in der Regel ist er doppelt, und es findet sich demnach meist auch jederseits ein Ausführungsgang, mit dem äussere Ruthen in Verbindung stehen. Die Mündungen der *vasa deferentia*, deren letzten, erweiterten Theil man bei den höheren Ordnungen als *ductus eiaculatorius* bezeichnet, liegen sehr verschieden, so z. B. bei den meisten Decapoden am Hüftgliede des letzten Fusspaares.

Sehr viele männliche Crustaceen sind mit äusseren Copulationsorganen ausgestattet, mit welchen sie bei der Begattung die Weibchen festhalten. Gewöhnlich sind diess Krallen oder Haken an einem oder an mehreren Fusspaaren, oder auch nur an einem Beine. In secundäre Ruthen ist das erste Paar Afterfüsse vieler Decapoden umgewandelt.

Eine eigenthümliche Erscheinung sind die sogenannten Samenschläuche, wie sie bei den Cyclopsarten und manchen Decapoden gefunden werden. In dem unteren Theile der Ausführungsgänge sondert sich der Samen in einzelne cylindrische oder birnförmige Partieen, welche sich mit einer homogenen Membran umgeben. Von den Männchen der *Cyclopidae* werden diese Schläuche aussen an die Vulva des Weibchens geklebt.

Die männlichen Geschlechtstheile der Myriopoden sind fast in jeder Unterabtheilung dieser Ordnung nach einem besonderen Typus gebaut. Während bei einigen (z. B. *Lithobius*) nur ein Hodenschlauch, gewöhnlich mit einem Paar Nebenhoden, sich sondert, haben andere Gattungen (z. B. *Glomeris*) zwei Hoden und bei *Julus* sind eine Menge einzelner Hodenblasen in zwei Reihen vorhanden, die auf zwei, durch Queranastomosen verbundenen *vasa deferentia* aufsitzen. Die Geschlechtsöffnungen sind denen der Weibchen entsprechend. Die Bedeutung

mehrerer Drüsen, deren Ausführungsgänge nach den Geschlechtsmündungen führen und welche auch die Weibchen besitzen, kennt man nicht.

Arachniden. Mit Ausnahme der Tardigraden, deren hermaphroditische Geschlechtstheile aus einem grossen schlauchförmigen Ovarium, über dem hinteren Theile des Darmkanals gelegen, und aus zwei länglichen, mit dem Ovarium in die Kloake mündenden Hoden nebst einem Samenbläschen bestehen, sind die Arachniden getrennten Geschlechtes.

Weibliche Fortpflanzungsorgane.

Die Ovarien sind in der Regel doppelt vorhanden, verschmelzen aber zuweilen so in der Mitte (bei den Phalangien), dass sie einen einzigen Bogen bilden, und bei den Scorpioniden bestehen sie aus drei engen, parallelen Schläuchen, welche durch vier Paar Querkanäle verbunden sind. Die beiden Eileiter gehen bei den Phalangien in eine Art von Uterus über, aus welchem sich ein zweiter langer und gewundener Oviduct fortsetzt; in der Regel aber führen die kurzen Oviducte gleich in die Scheide (z. B. bei den Araneen) oder in eine Legeröhre (bei mehreren Milben) über. Auch die Phalangien besitzen eine gegliederte Legeröhre. In die Scheide münden sehr häufig auch die Ausführungsgänge zweier Schläuche, die bei den Araneen wenigstens als *receptacula seminis* functioniren, bei andern Arachniden aber vielleicht als Kittorgane zu deuten sind. Die äussere Geschlechtsmündung befindet sich theils am Hinterleibe, z. B. bei den Araneen und vielen Acarinen, theils an der Brust, wie bei anderen Acarinen (*Acarus*, *Ixodes*).

Völlig abweichend verhalten sich die Pycnogoniden, deren acht schlauchförmige Eierstöcke in den Beinen liegen. Andere Theile des Geschlechtsapparates sind bei ihnen nicht gefunden.

Männliche Fortpflanzungsorgane.

Die Hoden variiren sehr an Zahl und Form, wiewohl die Duplicität vorherrscht, so z. B. bei den Araneen, deren Hoden zwei sehr lange und gewundene Schläuche sind. Ihre Ausführungsgänge münden zwischen den Lungensäcken an der Basis des Hinterleibes. Nur wenige Arachniden, z. B. die Phalangien, besitzen einen Penis; sehr häufig aber dienen die sehr entwickelten Kieferfühler und eigenthümlich gestalteten Palpen als Begattungsorgane. So bringen die männlichen Araneen vermittelst ihrer löffelartigen Palpen die Samenflüssigkeit auf die Vulva der Weibchen.

Insecten. Bei allen Insecten sind die Geschlechtswerkzeuge auf verschiedene Individuen vertheilt, indem die sogenannten Geschlechtslosen in den Kolonieen der Bienen, Termiten und Ameisen unentwickelte Weibchen sind, diejenigen Aphiden aber, welche ohne Befruchtung eine Brut hervorbringen, in die Kategorie der sogenannten Ammen (s. unt. über den Generationswechsel) gehören. Die Geschlechtsorgane entwickeln sich vorzüglich während des Puppenzustandes, ihre Keime sind jedoch schon bei den Larven sehr früh zu entdecken, und man kann z. B. schon an den jungen Raupen die Geschlechter unterscheiden. In den besonderen Formen, namentlich der Ovarien und Hoden, unendlich mannigfaltig zeigen die Generationsorgane der Insecten doch im Allgemeinen eine Uebereinstimmung, die zum Theil noch mehr hervortritt, als bei den Krustaceen und Arachniden.

Weibliche Fortpflanzungsorgane.

Die beiden Ovarien nehmen, wenn sie ausgebildet sind, häufig den grössten Theil des Hinterleibes ein; sie bestehen aus einzelnen Röhren oder Schläuchen, in denen immer nur eine Reihe Eier liegt, die weniger entwickelten nach dem blinden Ende zu, so dass sie ein perlschnur-

förmiges Ansehen haben. Nur bei einigen Ordnungen ist die Zahl der Röhren eine geringe, wie bei den Aptern und den meisten Hemiptern; auch die Lepidoptern haben nur vier sehr lange Schläuche. Gewöhnlich aber sind sie in grösserer Menge vorhanden und auf die verschiedenartigste Weise gruppirt. Das offene Ende der Eiröhren führt in die beiden gewöhnlich kurzen Tuben oder Eileiter, und diese vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgange, dessen Ende die eigentliche Scheide ist. Mit diesem Ausführungsgange stehen aber auch mehrere schlauchförmige und drüsenartige Organe in Verbindung, durch deren nähere Kenntniss erst manches sonst Räthselhafte in der Fortpflanzungsgeschichte der Insecten aufgeklärt wird. Am weitesten nach hinten mündet die Samentasche (*receptaculum seminis*), die vielleicht nur den Aptern fehlt, bei den meisten Insecten aber einfach oder doppelt oder auch (bei vielen Dipteru) dreifach sich findet. Ihr oberer Theil ist der Samenbehälter (*capsula seminalis*), dessen innere Wandung meist eine hornige Beschaffenheit und eine braune Färbung hat. Durch einen *ductus seminalis* steht die Samenkapsel mit der Scheide in Verbindung. Nicht selten mündet in den Gang der Samentasche eine paarige oder unparige Drüse (*glandula appendicularis*) von noch ungewisser Bestimmung.

Ein zweites, vor der Samentasche (von der äusseren Geschlechtsöffnung an gerechnet) in die Scheide mündendes Anhängsel ist die gewöhnlich birnförmige Begattungstasche (*bursa copulatrix*). Sie kommt jedoch weniger häufig vor, indem sie mehreren Ordnungen, den Diptern, Aptern, Hymenoptern, vielleicht auch den Neuroptern fehlt. Von den Orthoptern besitzen sie die Libelluliden. Sie dient bei der Begattung zur Aufnahme des männlichen Gliedes und häufig auch des Samens, der nicht selten von besonderen häutigen Kapseln (Samen-

schläuchen, Spermatophoren) umgeben ist. Nie scheint jedoch der Same längere Zeit in der *bursa copulatrix* zu verweilen; der eigentliche Aufbewahrungsort desselben ist das *receptaculum seminis*, wohin die Zoospermien wahrscheinlich durch eigene Bewegung gelangen. Hier aber, in der Samentasche, behält der Same lange seine befruchtende Kraft, und die Befruchtung geschieht, ganz unabhängig vom Begattungsacte, während die Eier an der Mündung des *receptaculum seminis* vorbeigehen.

Endlich ergiessen bei vielen Insecten noch besondere Kitt- oder Schleimdrüsen (*glandúlae sebaceae*) ihr Secret in die Scheide, nahe bei deren Oeffnung, und diese Absonderung dient dazu, die gelegten Eier unter einander zu verbinden und hie und da zu befestigen.

Die äusseren weiblichen Geschlechtstheile sind meist einfach, indem an der Scheidenöffnung eine obere unpaarige und zwei seitliche Chitin-Leisten oder Platten angebracht sind. Diese halten bei der Begattung die Ruthe fest und zu diesem Zwecke sind die seitlichen Leisten mancher Käfer-Weibchen in Zangen umgewandelt. Durch eine Metamorphose der letzten Hinterleibsringe entsteht die Legeröhre (*vagina tubiformis*), die gewöhnlich wie ein Fernrohr aus- und eingeschoben werden kann, z. B. bei den Fliegen. Davon verschieden ist die Legescheide (*vagina bivalvis*), aus einer weiteren Entwickelung der seitlichen Hornleisten hervorgehend, wie sie in einfacher Weise z. B. *Tipula*, zusammengesetzter aber z. B. *Locusta* als Legesäbel oder *Agrion* als Legesäge besitzt. Eine dritte Form ist der Legebohrer und Legestachel (*terebra s. aculeus*), z. B. bei den Ichneumoniden, wo sich in der aus zwei seitlichen Rinnen bestehenden Scheide ein hin und her schiebbares bohrendes oder stechendes Instrument befindet.

Männliche Fortpflanzungsorgane.

Die paarigen Hoden zeigen fast noch mannigfaltigere Formen als die Ovarien, indem sie zwar auch bei einigen Ordnungen, wie den Diptern und Lepidoptern, aus zwei einfachen, birnförmigen (Dipt.) oder länglichen Schläuchen bestehen, in den meisten Fällen aber aus einer grösseren Anzahl in verschiedenster Weise gruppirter Blindröhren zusammengesetzt sind und nicht selten in ihrer Anordnung die Eierstöcke täuschend nachahmen. Häufig sind die Hoden durch eine eigenthümliche Pigmentschicht gefärbt, auch von einer besonderen Haut eingehüllt.

Die Hodenröhrchen münden durch kurze Ausführungsgänge in die beiden *vasa deferentia*, die nicht selten (z. B. bei *Nepa*, *Carabus*, *Cerambyx*) ausserordentlich lang und dann knäuel- oder spiralförmig gewunden sind. Als Samenblasen bezeichnet man die an dem unteren Ende der Samenleiter befindlichen Erweiterungen. Beide Samenleiter vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen *ductus eiaculatorius*, und kurz hinter der Vereinigungsstelle münden in diesen gewöhnlich mehrere schleimabsondernde Drüsen. Dieser Schleim dient hauptsächlich zur Umhüllung des Samens, mit dem er in die Begattungstasche ergossen wird, bildet auch, indem er eine membranöse Beschaffenheit annimmt, die oben erwähnten Spermatophoren.

Die männlichen Begattungsorgane zeigen bei den einzelnen Insectenarten eine so bestimmte Form der verschiedenen sie bildenden Leisten, Platten und Zangen, dass sie ganz genau an und in die weiblichen Geschlechtsorgane passen und schon desshalb eine Vermischung der Arten nicht zulassen. Fast überall ist ein Penis vorhanden, in welchen der *ductus eiaculatorius* übergeht. Er wird entweder von mehreren Schienen oder Klappen scheiden-

artig umgeben, wie bei vielen Diptern, den Lepidoptern, Hymenoptern, Orthoptern, Neuroptern, oder ist von einer hornigen Kapsel umschlossen, wie bei den Hemiptern und Coleoptern, bei welchen letzteren die Ruthe noch von besonderen kleinen Leisten und Gräten unterstüzt wird. Gewöhnlich liegen die Copulationsorgane ausser der Begattungszeit im Hinterleibsende verborgen.

Eine der merkwürdigsten Abweichungen findet sich bei den Libellen. Ihr *ductus eiaculatorius* mündet am Hinterende, von zwei kleinen Klappen bedeckt, der Penis aber liegt weit davon entfernt, vorn an der Bauchseite des Abdomen, und bei ihm eine Samenblase, in welche das Männchen vor der Begattung die Samenflüssigkeit ergiesst. Ein hinter dem Penis befindlicher Zangenapparat dient zum Festhalten des Weibchens während der Begattung.

5. Die Fortpflanzungsorgane der Mollusken.

Acephalen. Die Generationsorgane der Acephalen sind sehr einfach, indem sie nur aus den Geschlechtsdrüsen (Ovarium oder Hode) und deren Ausführungsgängen bestehen, während äussere Begattungswerkzeuge gänzlich mangeln.

So weit man die Tunicaten bis jetzt kennt, herrscht bei ihnen die Zwitterbildung vor. Die Geschlechtsverhältnisse der Salpen sind noch unaufgeklärt. Bei den Ascidien liegt ein länglicher, gelblicher Eierstock in der Leibeshöhle, dessen Ausführungsgang neben dem Mastdarm in die Höhe steigt und sich in die Cloake öffnet. Eine zweite weissliche Drüsenmasse, neben und unterhalb des Ovarium gelegen, ist der Hode. Das *vas deferens* verläuft neben dem Eileiter. Nur die Gattung *Cynthia* weicht hiervon ab, indem ihre Geschlechtsdrüsen (vielleicht nur Eierstöcke) mit besonderen Aus-

führungsgängen zwischen Kiemen- und Muskelschlauch sich befinden.

Bei den Brachiopoden hat man die männlichen Organe noch nicht gefunden. Die Ovarien hüllen die Leber ein.

Nur wenige Lamellibranchien, *Cyclas, Clavagella* und vielleicht auch *Pecten* sind hermaphroditisch. Hoden und Eierstöcke liegen jederseits zwischen den Eingeweiden. Bei den übrigen Lamellibranchien aber, also der grossen Mehrzahl, sind die Geschlechter getrennt, obwohl ausser der Brunstzeit nur selten zu unterscheiden. Auch hier liegen die beiden Hoden oder Ovarien im Abdomen, unter der Leber und um die Darmwindungen herum. Ihre Ausführungsgänge münden entweder neben den Mündungen der Nieren in die Mantelhöhle oder sogar in die Nierenhöhlen selbst, und durch das Flimmerepithelium der Mantelhöhle werden die Eier zwischen die Lamellen der äusseren Kiemenblätter geführt und die Kiemenfächer versehen somit die Stelle eines Uterus. Auch der Samen gelangt (wie schon oben bemerkt) dorthin. Die weiblichen Individuen von *Anodonta* sind durch die bedeutende Ausbuchtung der Schalen kenntlich, in welchen die bei der Entwickelung der Brut sehr anschwellenden Kiemenblätter Platz finden.

Cephalophoren. Sie sind theils Hermaphroditen, theils getrennten Geschlechts; in beiden Abtheilungen kann man an den weiblichen Zeugungsorganen ziemlich allgemein einen Eierstock, Eiweissdrüse, Eileiter, Uterus, Scheide und *receptaculum seminis* unterscheiden, an den männlichen den Hoden, *vas deferens*, *ductus eiaculatorius*, *penis*, wozu namentlich bei den Zwittern noch mehrere in den gemeinschaftlichen Geschlechtsausführungsgang mündende Drüsen kommen. Bei den Zwittern sind die verschiedenen männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane meist auf die sonderbarste Weise

in einander geschachtelt und an einander gelegt, eine Verbindung, die zu den vielfach irrigen Deutungen, welche diese Organe erfahren, Anlass gegeben hat.

Geschlechtsorgane der hermaphroditischen Cephalophoren.

Zu den hermaphroditischen Schnecken gehören die *Pteropoda*, *Apneusta*, *Gymnobranchia*, *Hypobranchia*, *Pomatobranchia* und *Pulmonata*. Alle zeichnen sich durch die sogenannte Zwitterdrüse aus. Diese, meist mehr oder weniger von der Leber eingeschlossen, ist Ovarium und Hode zugleich, indem die einzelnen Eierstocksfollikel wie Handschuhfinger die einzelnen Hodenfollikel überziehen, so dass also überall die Keime und weiter entwickelten Eier nur durch eine zarte Membran von der Samenmasse geschieden sind. Die beiden Membranen der verschiedenen Follikel setzen sich auch in die Ausführungskanäle fort, dergestalt, dass das *vas deferens* innerhalb der *tuba Fallopii* gelegen ist. Die dem Hoden angehörigen Röhren und Gänge flimmern inwendig. Der weitere Verlauf des *vas deferens* und des Eileiters ist aber nach den verschiedenen Gattungen äusserst verschieden. Häufig (z. B. bei *Thetis*, *Doris*, *Pleurobranchaea*) tritt das *vas deferens* aus der *tuba* heraus, ehe diese in den Uterus übergeht, und verläuft ganz isolirt mit mehreren Windungen und Biegungen zum Penis. Oder das *vas deferens* verlässt die *tuba* an der Uebergangsstelle in den Uterus, läuft aber als eine Rinne oder Halbkanal an dem Uterus hinab, entweder bis zur gemeinschaftlichen Geschlechtsöffnung (z. B. bei *Aplysia*) oder nur bis zu einer gewissen Stelle des Uterus, von wo es selbständig nach dem Penis überführt (Pulmonaten).

Da, wo der Eiergang sich in den Uterus inserirt, mündet auch sehr häufig eine ansehnliche weissliche, oft zungenförmige Drüse (Hode Cuv., Eierstock Trevir., Paasch), die vermuthlich dazu dient, die Eier nach der

Begattung weiter auszubilden und ihnen das Eiweiss zu liefern. Sie kann also **Eiweissdrüse** genannt werden.

Der **Uterus** ist bei den Pulmonaten ein langer, gedrehter und mit vielen Querfalten versehener Schlauch, bei anderen ist er nur kurz. Er geht in die **Scheide** über.

In diese münden noch mehrere Schläuche und Drüsen, von denen man namentlich die **Befruchtungstasche** (*receptaculum seminis*) erkannt hat. Diess ist eine birnförmige Blase mit einem längeren oder kürzeren hohlen Stiele, das Analogon des gleichbenannten Organs bei Arthropoden und Strudelwürmern. Bei den Helicinen ist unterhalb der Mündung des *receptaculum seminis* ein cylindrischer Sack gelegen, der **Pfeilsack**, in dessen Höhle sich der sogenannte Liebespfeil bildet, welcher wahrscheinlich als Reizorgan dient. Die Function der beiden Büschel von Blindsäcken oder der wenigen Blindsäcke, welche sich am Grunde des Pfeilsackes inseriren, ist undeutlich.

Den männlichen Geschlechtsapparat angehend, haben wir noch zu bemerken, dass nicht selten durch eine Erweiterung des *vas deferens* eine *vesicula seminalis* gebildet wird, gewöhnlich ehe das *vas deferens* auf den Uterus übergeht (*Helix pomatia*). Als *prostata* betrachtet man eine Drüsenmasse, welche bei mehreren Schnecken (*Pleurobranchaea*, *Thetis*, *Lymnaeus stagnalis* u. a.) das *vas deferens*, bald nachdem es den Eileiter verlassen, umgiebt.

Als männliches Begattungsorgan ist gewöhnlich eine hervorstülpbare **Ruthe** vorhanden, welche entweder (*Apneusta*, *Gymnobranchia*) in einem besonderen *praeputium* steckt, oder frei in der Leibeshöhle liegt und häufig (bei vielen Helixarten u. a) nach hinten in einen geisselförmigen Anhang, *flagellum*, übergeht.

Die **äusseren Oeffnungen** der Geschlechtsorgane liegen meist auf der rechten Seite, seltener (*Lymnaeus*, *Planorbis*, *Physa*) auf der linken Seite des Halses. Theils ist eine gemeinschaftliche Geschlechtskloake vorhanden

(*Helix*, *Limax* u. a.), theils liegt die Oeffnung des Penis vor der Scheidenmündung (*Lymnaeus*, *Planorbis* u. a.), theils auch ist zwar eine gemeinschaftliche Geschlechtskloake da, der Penis aber liegt weit davon entfernt, meist neben dem Schlundkopf unter dem rechten Fühler, und der Same wird durch eine äussere Rinne von der Geschlechtsmündung bis zur Ruthenöffnung geleitet.

Geschlechtsorgane der nicht hermaphroditischen Cephalophoren.

Zu dieser Abtheilung gehören ausser den *Heteropoda* die *Cirrobranchia*, *Tubulibranchia*, *Cyclobranchia*, *Aspidobranchia* und die *Ctenobranchia* (mit Ausnahme von *Littorina*), endlich die Familie der *Operculata*.

Im Allgemeinen finden sich bei jedem Individuum entweder die männlichen oder die weiblichen Geschlechtswerkzeuge in der Art, wie wir sie verbunden bei den Hermaphroditen sehen. Hode oder Eierstock liegt gleichfalls in der Lebersubstanz eingebettet und ein einfacher, nur ausnahmsweise bei *Chiton* doppelter Ausführungsgang begiebt sich als *vas deferens* oder *tuba Fallopii* nach vorn, meist auf der rechten Seite. Nimmt der Eileiter (bei den Gasteropoden) eine drüsige Beschaffenheit an, so nennt man ihn Uterus. Die mancherlei drüsigen Anhänge sowie das *receptaculum seminis* sind bei weitem nicht so verbreitet, als bei der vorigen Abtheilung. Von den einheimischen Schnecken besitzt jedoch *Paludina vivipara* die zungenförmige Drüse und ein kurzes *receptaculum seminis*.

Die meisten dieser Cephalophoren (*Ctenobranchia*, *Operculata*, mehrere *Heteropoda*) sind mit einem Penis versehen, in welchen das *vas deferens* einmündet.

Cephalopoden. Alle Cephalopoden sind getrennten Geschlechts. Der einfache Eierstock liegt im Grunde des Mantels, lose von einer derben Eierstockskapsel umgeben. Die Eier, die während

ihrer Bildung am Ovarium von einem, dem Eierstock angehörigen Ueberzuge, der Eierkapsel, umhüllt sind, fallen, nachdem diese Hülle geplatzt, in die Eierstockskapsel und werden durch einen oder zwei, am Grunde des Trichters neben dem Mastdarm mündende Eileiter entleert. Drüsige Anschwellungen, welche bei den Loliginen an den Oviducten in der Nähe der Mündung, bei den Octopoden in der Mitte der Oviducte sich finden, sondern wahrscheinlich die mannigfaltigen Hüllen des Laiches ab. Auch die sogenannten Nidamental-Drüsen der Loliginen, auf dem Tintenbeutel liegend, haben vielleicht eine ähnliche Bedeutung.

Die männlichen Fortpflanzungswerkzeuge sind bei denjenigen Cephalopodenarten, wo die Männchen den Weibchen an Grösse und Gestalt gleich kommen, so angeordnet. Der einfache, wie der Eierstock gelegene Hode ist von einer Hodenkapsel umgeben. Das von der Kapsel ausgehende *vas deferens* nimmt nach einem vielfach gewundenen Verlaufe in seinen Wandungen eine drüsige Beschaffenheit an und an dem oberen Ende die Mündung eines langen, drüsigen Schlauches auf. Etwas weiter nach oben geht es in das vordere Ende eines weiten Sackes, der *bursa Needhamii* über, und die Fortsetzung derselben, der *ductus eiaculatorius*, endigt links vom Mastdarm mit einem kurzen *penis*. Höchst eigenthümlich verhalten sich nun die Samenschläuche oder Spermatophoren, in denen der Same entleert wird. Ihre Bildung beginnt in dem oberen drüsigen Theile des *vas deferens*, und wahrscheinlich liefert auch der dort einmündende Blindsack den Stoff dazu. Fertig liegen sie in grösserer Menge in der *bursa Needhamii*. Sie bestehen aus einer derbhäutigen cylindrischen Hülle, die am unteren Ende kolbenförmig angeschwollen ist, und zwei in dieser enthaltenen verschiedenartigen Theilen. Im Vorderende des Samenschlauches liegt eine, von

einer besonderen häutigen Hülle eingeschlossene Portion Samen, im Hinterende ein mit diesem Samensacke verbundener Ausschnellungsapparat, hauptsäuchlich ein spiralig gewundenes Band. Sobald durch die Begattung ein Samenschlauch in die Mantelhöhle des Weibchens gelangt ist, saugt er Wasser auf bis zum Platzen, worauf der Spiralfaden ausschnellt und die Samenportion nach sich zieht. Die Befruchtung geht in der Eierstockskapsel vor sich, wohin der Same wahrscheinlich durch die Eileiter gelangt.

Bei mehreren Gattungen der Octopoden, namentlich *Argonauta* und *Tremoctopus* kannte man bis vor Kurzem nur weibliche Individuen. Als die dazu gehörigen Männchen haben sich die früher für Würmer gehaltenen sogenannten Hectocotylen erwiesen, die sowohl durch ihre Kleinheit, als durch ihre Gestalt (sie gleichen einem abgerissenen Cephalopodenarme) und vielfache Abweichungen ihrer verkümmerten Organisation auffallend von den Weibchen differiren. Das napflose, erweiterte Körperende enthält den Geschlechtsapparat, einen vielfach gewundenen, den Samen enthaltenden Strang nebst dem *ductus eiaculatorius* und dem langen *penis*.

6. Die Geschlechtsorgane der Wirbelthiere.

Die Ovarien und Hoden.

Die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte haben zwar bewiesen, dass nach der ursprünglichen Anlage der meisten zum Genitalapparat gehörigen Theile die Wirbelthiere Hermaphroditen sind, und dass nur durch die verschiedene Ausbildung und Rückbildung der verschiedenen Organe die Trennung der Geschlechter hervorgebracht wird; allein gerade die keimbereitenden Theile, die Eierstöcke und Hoden sind zu keiner Zeit wirklich zugleich vorhanden, und die actuelle Duplicität

der Keimdrüse muss durch die potentielle Möglichkeit, sich aus ihrer ersten Anlage heraus zu dem einen oder dem andern zu entwickeln, ersetzt werden.

Beiderlei Keimdrüsen sind in der Regel symmetrisch. Am häufigsten wird das Ovarium unpaar, wie bei mehreren Fischen (*Petromyzon*, *Scyllium*, *Mustelus* u. a. Haien, *Perca fluviatilis*, *Blennius viviparus* u. a.) und bei allen Vögeln, wo der rechte Eierstock atrophisch wird. Wie bei ihnen, ist wahrscheinlich auch bei allen jenen Fischen das Ovarium ursprünglich paarig. Von den Säugethieren nähern sich die *Monotremata* durch die Verkümmerung des rechten Ovarium den Vögeln.

Viel seltener sind die Hoden unpaar, wie z. B. bei den Myxinoiden.

Die Ausführungsgänge.

Bei mehreren Fischen fehlt jede Spur eines Ausführungsganges sowohl an den Ovarien als an den Hoden (*Cyclostomen*, *Muraenoidei*). Eier oder Samen werden durch Dehiscenz frei, fallen in die Bauchhöhle und werden durch einen hinter dem After gelegenen *porus genitalis* ausgeführt. Bei den meisten Knochenfischen sind Ausführungsgänge als unmittelbare Fortsetzungen der Keimdrüsen vorhanden, die bald nach kürzerem, bald nach längerem Verlaufe sich vereinigen. Bei einigen Ganoiden (*Acipenser*, *Polypterus*) münden sowohl die Samenleiter als die Eileiter mit einem *ostium abdominale* frei in die Leibeshöhle. Die Plagiostomen schliessen sich an die Amphibien und Vögel an. Die Eileiter vereinigen sich oben zu einem einzigen *ostium abdominale* und bilden in ihrem unteren Ende ansehnliche Erweiterungen, *uteri*.

Auch bei den übrigen Wirbelthieren, wie bei den zuletzt genannten Abtheilungen der Fische, stehen die Ausführungsgänge nicht in unmittelbarem Zu-

sammenhange mit den Keimdrüsen, indem die Oviducte sich zur Zeit, wo die Loslösung der Eier geschieht, mit einer oberen, gewöhnlich trichterförmigen und gefranzten Oeffnung an die Eierstöcke legen, der Samen aber durch besondere feine Gefässe, die *vasa efferentia*, in die Samenleiter, *vasa deferentia*, gelangt. Die *vasa deferentia* und die Oviducte sind zwei verschiedene morphologische Elemente, indem sie eine ganz abweichende Entstehungsweise haben. Zum männlichen Geschlechtsapparate stehen nämlich die Wolff'schen Körper, jene für das Fötalleben so wichtigen, bis jetzt bei den Amphibien, Vögeln und Säugethieren, vielleicht auch bei den Selachiern bekannten Drüsen mit ihren Ausführungsgängen in der engsten Beziehung. Die Wolff'schen Körper sind bei den Batrachiern als Nieren persistent, ungewiss ist es, ob auch die Nieren der Knochenfische den ursprünglichen Wolff'schen Drüsen entsprechen. Bei den übrigen Wirbelthieren aber verschwinden die Wolff'schen Körper später gänzlich; die queren Drüsenkanäle derselben werden bei den Männchen umgewandelt in die *vasa efferentia*, und ihr Ueberbleibsel bei den Weibchen ist das sogenannte Rosenmüller'sche Organ (Nebeneierstock nach Kobelt). Der obere Theil der Ausführungsgänge der Wolff'schen Körper wird bei den männlichen Thieren zum Nebenhoden, der untere zu den *vasa deferentia*, während er bei den Weibchen gewöhnlich mit der transitorischen Drüse völlig verloren geht, und nur bei den Weibchen der Wiederkäuer, Einhufer und Schweine als Rest jener Ausführungsgänge die Gartner'schen Kanäle übrig bleiben. Die Eileiter entstehen nicht aus einer Metamorphose der gedachten Ausführungsgänge, sondern entwickeln sich eigenthümlich. Sie sind schon bei vielen Sauriern und Ophidiern vor ihrer Mündung in die hintere Wand der Kloake etwas erweitert. Die bei allen

Vögeln sich findende kurze und musculöse Abtheilung des linken Eileiters, in welchem die Kalkschale sich bildet, kann man als Eihalter *(uterus)* bezeichnen; indessen zeichnet sich erst die Klasse der Säugethiere dadurch aus, dass bei ihnen ein eigener *canalis genitalis* als oberes Ende des gemeinschaftlichen *canalis s. sinus urogenitalis* sich abzweigt. Die obere Partie des *canalis genitalis* ist der die Tuben aufnehmende Fruchthälter, die untere die Scheide.

Die *vasa deferentia* münden bei den Säugethieren in die den Penis durchbohrende *urethra*. Zwischen diesen Mündungen öffnet sich beim Menschen und bei vielen Säugethieren ein kleiner Schlauch *(utriculus prostaticus)*, der nach Weber das Analogon des Uterus, nach H. Meckel das der Scheide, nach R. Leuckart aber als morphologisches Aequivalent des Uterus und der Scheide zugleich zu deuten ist.

Die Begattungsorgane.

Bei den meisten Fischen findet keine wirkliche Begattung statt. Nur die männlichen Chimären und Plagiostomen besitzen ein Paar an den Trägern der Flossenstrahlen der hinteren Flossen befestigte Haftorgane, welche bei der Begattung zum Festhalten dienen.

Die männlichen beschuppten Amphibien besitzen eine Ruthe, die bei den Ophidiern und Sauriern doppelt, bei den Krokodilen und Cheloniern einfach ist. Dem entsprechend ist die Clitoris der Weibchen. Der Penis der Schildkröten und Krokodile liegt an der vorderen Wand der Kloake und ist mit einer zum Abfluss des Samens dienenden Rinne versehen. Ganz ähnlich verhält sich auch die Ruthe derjenigen Vögel, welche eine solche besitzen (Struthionen, Enten, Gänse, *Penelope*, *Crax* u. a.). Eben diese Vögel haben auch eine *clitoris*.

Die zahlreichen Lage- und Formverschiedenheiten der betreffenden Theile der Säugethiere aufzuführen, ist hier nicht der Ort.

R. Wagner, Entdeckung männlicher Geschlechtstheile bei den Actinien. Wiegm. Arch. Bd. 1. Abth. 2. 1835. S. 215.

Ueber die Geschlechtstheile der Quallen vergl. Will, Horae Tergestinae. Leipzig 1844.

Ueber die Geschlechtsorgane der Asteriden vergl. Müller und Troschel, System der Asteriden. Braunschweig 1842.

Ueber die Geschlechtswerkzeuge der rhabdoc. Strudelwürmer vergl. E. O. Schmidt, Die rhabdocölen Strudelwürmer u. s. w. Jena 1848.

Ueber die Geschlechtswerkz. der Planarien vergl. Quartefages, *Sur les Planaires. Ann. d. sc. nat.*

Ueber die Geschlechtswerkz. der Trematoden: v. Siebold in Wiegmann's Arch. 1836. Bd. 1. S. 217 und Diesing's Monographieen in d. Annalen des Wiener Museums. 1836 u. 1840.

Fr. Müller, Ueber die Geschlechtstheile von *Clepsine* und *Nephelis*. Müll. Arch. 1846.

Fr. Stein, Ueber die Geschlechtsverhältnisse der Myriapoden u. s. w. Müll. Arch. 1842. S. 238.

Fr. Stein, Ueber die Geschlechtswerkz. und den Bau des Hinterleibesskelets bei den weiblichen Käfern. Berlin 1847.

Ueber die Geschlechtswerkz. der Ascidien vergl. Milne-Edwards, *Observations sur les Ascidies composées. Paris* 1841.

M. Neuwyler, Die Generationsorgane von *Unio* und *Anodonta*. Neue Denkschr. d. allg. Schweiz. Gesellsch. f. d. ges. Naturk. Bd. 6. 1842.

H. Meckel, Ueber den Geschlechtsapparat einiger hermaphorditischer Thiere. Müll. Arch. 1844. S. 473 (Blutegel, Regenwürmer, Mollusken.)

W. Peters, Ueber den Bau der Needhamschen Körper. Müll. Arch. 1840. S. 98.

Ueber die Geschlechtsorgane der Chim. und Plagiost. vergl. J. Mül-

ler, Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. Berlin 1845.

J. Müller, Bildungsgeschichte der Genitalien. Düsseld. 1830.

R. Leuckart, Zur Morphologie und Anatomie der Geschlechtsorgane. Göttingen 1847.

H. Meckel, Zur Morphologie der Harn- und Geschlechtswerkz. der Wirbelthiere. Halle 1848.

Zweites Kapitel.

Die Fortpflanzung durch Theilung und durch Knospen.

Sofern diese Art der Fortpflanzung der Thiere mit den Pflanzen gemein, und mit der somatischen Spaltung und mit dem Knospentreiben auch eine Spaltung und Trübung der Individualität verknüpft ist, hält man sie mit Recht für niedriger stehend als die geschlechtliche Fortpflanzung durch Eier oder Samen. Auch spricht ihr alleiniges Vorkommen bei den relativ niederen, vom menschlichen Typus sich am weitesten entfernenden Thierklassen für diese Meinung.

Physiologisch streng lässt sich zwischen den beiden verschieden benannten Vorgängen, wenn ein Thier sich theilt oder Knospen treibt, keine Gränze ziehen, indem wohl nie das Thier in der Weise in zwei Hälften oder in mehrere gleiche Theil zerfällt, dass nicht noch während des Zusammenhanges jeder sich zum selbstständigen Individuum loslösende Theil gleichsam als eine Knospe der andern Hälfte oder der übrigen Theile zu betrachten wäre. Und im anderen Falle, wo wir Knospenbildung zu haben glauben, geht nicht selten ein wirklicher Theil des Mutterthieres in die Knospe über.

Die folgenden specielleren Anführungen werden zur Erläuterung des eben Gesagten dienen.

Bei den Infusorien ist die Fortpflanzung durch Theilung oder Knospen die einzige allgemein mit Sicherheit beobachtete. Vorherrschend ist die Theilung, die der Länge (Vorticellinen) oder der Quere nach (*Stentor*, *Loxodes*),

19*

sehr häufig auch nach beiden Richtungen zugleich geschieht. Die Knospenbildung ist namentlich bei den Gattungen *Vorticella*, *Epistylis* und *Carchesium* verbreitet.

Auch bei den Polypen geschieht die Vermehrung, ausser durch Eier, hauptsächlich durch Theilung und Knospenbildung. Die Theilung, die verhältnissmässig seltener ist, ist immer nach der Länge und bedingt, jenachdem sie vollständig (*Caryophyllaea*) oder unvollständig (*Maeandrina*) vor sich geht, ein sehr verschiedenartiges Aussehen der einzelnen Gattungen. Sie ist bei den Madreporinen vorherrschend. Ungleich häufiger ist die Knospenbildung. Bei *Actinia*, die nur selten Knospen hervorbringt, lösen sich dieselben los; in den meisten Fällen aber geschieht die Ablösung nicht, und so werden, je nach der Stellung der Knospen, noch viel mannigfaltigere Modificationen der Polypenstöcke, als durch die Theilung, hervorgebracht. Dabei ist aber der Ort, an welchem die Kolonie sich angesiedelt hat, von grossem Einflusse. Ein nahe liegendes Beispiel dafür giebt *Alcyonella stagnorum*. Auf Flächen, wie an der Unterseite der Blätter von *Nymphaea*, bilden die zierlichen, dichotomischen Verzweigungen dieser Bryozoe nur einen dünnen Ueberzug; bei beschränkter Unterlage aber, wie häufig an den Stengeln derselben Pflanze, bedecken die nachfolgenden Generationen bald die vorhergehenden, und es entstehen mehrere Zoll dicke Rasen und Krusten.

Bei *Hydra* geschieht die gewöhnliche Vermehrung durch Knospen, die da, wo der Leib in den sogenannten Fuss übergeht, hervorsprossen. Ihre Magenhöhle communicirt, während die Tentakeln und der Mund sich entfalten, mit der Magenhöhle der Mutter, dann, während des Wachsthums des Fusses, tritt eine Periode ein, wo die Knospe nur noch mit dem Parenchym der Mutter verbunden ist, endlich schnürt sie sich ganz ab. (Ueber

die Knospen der übrigen Hydroiden vergl. das folgende Kapitel.)

Wir begegnen nun auch bei einer Reihe von Würmern der sogenannten Quertheilung. Hierher gehören von den rhabdocölen Turbellarien die *Microstomeae*, die ganze Abtheilung der Naiden und mehrere andere Ringelwürmer, als *Syllis*, *Myriadina* Edw. und *Filograna*. Von einer Quertheilung schlechthin kann man wohl bei keinem dieser Thiere sprechen, obwohl namentlich bei jenen Turbellarien wirklich ein Stück des Mutterthieres in das neue Thier überzugehen scheint. Aus der genaueren Beobachtung von *Filograna* aber wird es klar, dass die eigentliche Quertheilung das geringste Moment in der Entwickelung des neuen Thieres ist, dass dieses vielmehr als wahre Knospe oder Sprosse an dem Hintertheile des Mutterthieres wächst und mit diesem den Darmkanal gemeinsam hat, wie die noch nicht getrennten alten und jungen Hydren. Auch bei den proliferirenden Naiden überzeugt man sich oft leicht, dass das Hintertheil des Mutterthieres nur die Keimstätte des jungen Thieres ist, dessen dicht zusammengedrängten Körpersegmente ebenso nach und nach sich markiren, und dessen Borsten von den ersten Anfängen an wachsen und sich gruppiren, wie bei den freien jungen Anneliden, nachdem diese das infusorienartige Stadium verlassen (vergl. u. über die Metamorphose der Ringelwürmer). Nur werden bei den Naiden, und eben so bei *Syllis* und *Myriadina*, weniger bei den Mikrostomeen, die Verhältnisse scheinbar complicirter, indem, noch ehe die Terminalknospe sich losgelöst, gewöhnlich zwischen ihr und dem Mutterthiere schon wieder eine und mehrere neue sich entwickeln, so dass nicht selten an dem Mutterthiere sechs und mehr Tochterindividuen hinter einander hängen, von denen das

hinterste natürlich das am weitesten entwickelte und der Loslösung am nächsten stehende ist*).

Die Knospenbildung findet sich endlich noch bei den Ascidien, seltener bei den einfachen als bei den *Ascidiae sociales* und *compositae.*

Wie aus dem vorigen Kapitel ersichtlich, können sich die meisten der hier genannten Thiere auch geschlechtlich fortpflanzen. So weit man bis jetzt namentlich bei den Würmern, auch bei *Hydra*, diese verschiedenen Fortpflanzungsweisen verfolgt hat, findet ein Wechselverhältniss zwischen ihnen statt, d. h. die Thiere scheinen nie zu gleicher Zeit sich zu Theilen oder Kno-

---

*) Bei *Microstomum lineare* ist die Entwickelung so: (E. O. Schmidt, Die rhabdoc. Strudelw. S. 57) die ersten Andeutungen, dass die Theilung beginnen soll, werden durch das kaum merkliche Auftreten der Augenflecke gegeben. — Das zweite sich bildende Organ ist der Mund mit der Schlundröhre. Bei der jungen Naide ist der künftige Mund zuerst eine ganz geschlossene Röhre, ausgekleidet mit Flimmerepithelium; dann öffnet sich diese Höhle nach aussen, und zuletzt stellt sich die Verbindung mit dem Darme her. Wahrscheinlich verhält es sich auch bei den Mikrostomeen so. Es tritt dann ein Stadium ein, wo bei dem neugebildeten, noch nicht abgetrennten Thiere der Darm durch Schlund und Mund zwar mit der Aussenwelt communiciren kann, seine Nahrung aber noch durch das Mutterthier empfängt.

Bei *Filograna Schleideni* habe ich Folgendes beobachtet (E. O. Schmidt, Neue Beiträge u. s. w. S. 37): Im frühesten Stadium, welches ich gefunden, bestand die ganze Knospe aus fünf schwach angedeuteten Ringeln. Am letzten waren die künftig scharf hervortretenden Schwanzspitzen nur als ein leichter Einschnitt zu bemerken. Der vordere, grössere Ringel bildete eine wulstförmige Erhabenheit, stärker als das eigentliche Hinterleibsende des Mutterthieres. Von den Kiemen, welche aus dem Wulste hervortreten, war noch keine Spur. Auf der folgenden Stufe zählte ich, ausser dem Kiemenwulste, sechs mehr ausgeprägte Ringel. An dem Kiemenwulste treten einzelne Erhabenheiten, als Anfänge der Kiemen, hervor. In dieser Weise schreitet die Entwickelung allmälig vorwärts. Die Kiemen sind zuerst acht cylindrische Papillen u. s. w.

spen zu bilden und Samen und Eier zu produciren. Bei den Naiden und den übrigen Würmern aber muss es sogar zweifelhaft erscheinen, ob überhaupt dasselbe Individuum periodisch durch Theilung proliferiren und dann Samen und Eier erzeugen könne, oder ob es nicht vielmehr nur zu dem einen oder dem anderen geschickt ist, und die Generationen in ähnlicher Weise wechseln, wie es im folgenden Kapitel beschrieben wird. Freilich würde hier die für den eigentlichen Generationswechsel so charakteristische äussere Unähnlichkeit der auf einander folgenden Generationen (der Ammen und der Aufgeammten nach Steenstrup) wegfallen und nur die potentielle Verschiedenheit bleiben.

Drittes Kapitel.

Der Generationswechsel.

Durch die merkwürdige Fortpflanzungsweise einer nicht geringen Anzahl wirbelloser Thiere wird der Begriff der Art, wie wir ihn mit der Vorstellung der übrigen Evertebraten und der Wirbelthiere zu verbinden gewohnt sind und wonach alle diejenigen Individuen zu einer Art gehören, welche sich fruchtbar fortpflanzen und zu einer gewissen Lebensperiode nahebei dieselbe Gestalt und Grösse erlangen, wesentlich modificirt. Bei vielleicht allen Quallen, vielen Eingeweidewürmern, den Salpen und Aphiden wird nämlich der Artbegriff nicht durch die Merkmale einer Generation von Individuen vollständig, sondern es gehören mehrere in cyclischer Entwickelung auf einander folgende Generationen dazu, die im Allgemeinen in dem Verhältniss zu einander stehen, dass die eine, als Hauptrepräsentant der Art, Geschlechtsorgane entwickelt und durch Samen und Eier sich fortpflanzt, während die aus den Eiern hervorgegangene Generation durch eigenthümliche Keimbereitung, durch Theilung oder Knospenbildung proliferirt und erst in ihren Nachkommen oder in den Producten dieser Nachkommen der ersten, Samen und Eier zeugenden Generation wieder ähnlich wird. Die keimbereitenden Zwischengenerationen sind Ammen genannt worden.

1. Der Generationswechsel der Quallen.

Am vollständigsten hat man die Entwickelung der

Medusen und einiger anderen Scheibenquallen verfolgen können. Aus den Eiern derselben entstehen infusorienartige Junge, welche vermittelst eines Flimmerüberzuges frei im Wasser umherschwimmen, nach einiger Zeit sich festsetzen, wachsen und ein polypenartiges Aussehen bekommen. Diese Polypenform pflanzt sich durch Knospenbildung und Ausläufer (*stolones*) fort. Endlich aber zerfallen alle einzelnen Polypenindividuen (die Ammen der Medusen) durch eine Reihe von Quertheilungen in eine Anzahl von frei umherschwimmenden Scheiben, welche sich nach und nach, indem die schon während des Theilungsprocesses angedeuteten Tentakeln weiter hervorsprossen, in die eigentlichen Medusen verwandeln.

Nichts Anderes als solche Ammenformen von Scheibenquallen sind in der bisher zu den Polypen gerechneten Familie der *Hydrina* enthalten, und wahrscheinlich gehören auch alle *Sertularina* hierher. An den polypenförmigen Hydrinen (*Coryne*, *Syncoryne*, *Corymorpha* u. a.) bilden sich Knospen, die bei den meisten Arten sich loslösen und als selbstständige Scheibenquallen mit Generationsorganen versehen werden, bei andern Arten nicht zu vollkommenen freien Acalephen sich entwickeln, aber Eier und Samen hervorbringen, und aus diesem Grunde dennoch jener frei schwimmenden Generation aequivalent sind. Etwas Aehnliches findet statt bei *Campanularia geniculata*. An einem Polypenstock dieser Art findet man nicht selten vier verschiedene Generationen. An den Enden der Zweige des Stockes sitzt die eine Generation von Individuen, als Knospen entstehend und für die übrigen Generationen, wie es scheint, ohne weitere Bedeutung. In dem Winkel zwischen den Zweigen und dem Stengel befindet sich eine grössere Generation von Achselzellen, und in diesen (als Ammen) entsteht eine dritte quallenartige Generation, welche jedoch nie frei wird, sondern

immer organisch mit dem obern Ende der Achselzellen verbunden bleibt. Erst diese medusenartigen Individuen erzeugen Eier, die sich in ihrem Inneren bis zum Ausschlüpfen der infusorienartigen Jungen (der vierten Generation) entwickeln. Nachdem diese Larven eine Zeitlang frei im Wasser umhergeschwommen, gründet eine jede von ihnen, sich festsetzend, die beschriebene Kolonie von Neuem.

Die Beobachtungen, welche Sars*) über einige Röhrenquallen (*Agalmopsis*, *Diphyes*) gemacht, beweisen, so unvollständig sie auch bis jetzt sind, dass auch bei diesen Thieren ein Generationswechsel statt findet. An dem sogenannten Reproductionskanale dieser Formen entwickeln sich Gemmen, welche die Form gewisser Scheibenquallen annehmen und wie diese, nachdem sie sich losgelöst, durch Contractionen ihrer Hülle umherschwimmen. Danach ist es wahrscheinlich, dass die meisten der bisher als Röhrenquallen beschriebenen Arten nur Ammenformen sind und sich zu den loslösenden Gemmen etwa wie die Hydrinen zu den freien, an ihnen entstehenden Scheibenquallen verhalten.

2. Der Generationswechsel der Trematoden.

Aus den Eiern der Cestoden, Acanthocephalen und Trematoden kommen Junge zum Vorschein, welche der Mutter ganz unähnlich sind, jedoch bei den zwei ersten Ordnungen wahrscheinlich nur durch einfache, aber langwierige Metamorphose der Mutter ähnlich werden, während die infusorienartige, flimmerhaarige Brut aus den Trematodeneiern nie selbst zur Trematode wird. Man kennt bis jetzt nur den Generationswechsel mehrerer in Mollusken schmarotzender Trematoden mit ziemlicher Vollständigkeit, obwohl es daraus und aus anderen Ui-

---

*) *Fauna littoralis Norvegiae. Christiania* 1846.

ckenhaften Beobachtungen mehr als wahrscheinlich geworden, dass sämmtliche Saugwürmer einen ähnlichen Generationswechsel zu bestehen haben.

Nachdem das aus dem Eie geschlüpfte infusorienartige Junge eine Zeit lang frei umhergeschwärmt, verwandelt es sich, als Schmarotzer zum Mollusk zurückkehrend, in eine schlauchartige Larve (Keimschlauch v. Baer, Amme Steenstr.), welche anfangs häufig eine an ihrem Vorderende befindliche Mundöffnung und einen blindsackartigen Magen erkennen lässt, häufig aber auch, und namentlich wenn die Entwickelung der Keime in ihr weiter vorgeschritten ist, nur aus einer völlig structurlosen Membran und einem körnigen Inhalte zu bestehen scheint. Die innere Keimbildung in diesen Ammen geschieht ganz ohne besondere Generationsorgane, und kann am besten mit der äusseren Knospenbildung verglichen werden. Die Keimstätte ist entweder nur eine bestimmte Stelle im Hintertheile der Amme, oder der ganze körnige Inhalt des Schlauches theilt sich in Portionen, die nach und nach bestimmte Umrisse bekommen, und entweder wiederum eine Generation von Keimschläuchen sind oder gleich zu den früher für eigene Thiergattungen gehaltenen Cercarien (*Cercaria*, *Histrionella*, *Bucephalus* etc.) werden. Die Cercarien lassen eine ziemlich complicirte Structur erkennen. Sie besitzen einen vorderen, in einen gabelförmigen Speisekanal führenden Saugnapf und einen zweiten auf der Mitte des Bauches. Ihr Hinterende geht in einen sehr beweglichen Schwanz aus, an dessen Wurzel die Mündung des den Trematoden eigenen gefässartigen Excretionsorgans gelegen. Nachdem die Cercarie aus dem Keimschlauche frei geworden, tummelt sie sich in der Regel frei im Wasser umher, bis sie sich, indem sie den Schwanz abwirft, wieder auf der Haut der Mollusken (*Paludina*, *Lymnaeus* u. a.) festsetzt und endlich, nachdem sie hier längere Zeit in einem Puppenzu-

stande zugebracht, in die vollständige wiederum Samen und Eier zeugende Trematode umwandelt.

3. Der Generationswechsel der Aphiden.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, dass aus den im Herbste gelegten und vom männlichen Samen befruchteten Eiern der Blattläuse im Frühjahr nur sogenannte Weibchen ausschlüpfen, die sich den ganzen Sommer hindurch in mehreren Generationen ohne das Zuthun von Männchen fortpflanzen. Diese sogenannten Weibchen stehen zu der aus ihnen hervorgehenden Brut in demselben Verhältniss, wie die Keimschläuche zu den Cercarien: sie sind Ammen, durch welche die Species sich zur Geschlechtsindividualität hindurcharbeitet, welche aber eine weit grössere Selbständigkeit als die Keimschläuche der Distomen erlangt haben. Die Brut der Aphidenammen erzeugt sich in inneren Keimröhren, welche der Anlage nach den Eierstücken der wahren Weibchen gleichen, an deren Ausführungsgange aber das *receptaculum seminis* und die Kittdrüsen fehlen. Die Entwickelung der Keime ist der der Cercarienkeime analog. Als erste Anlage der Brut finden sich ovale Körper, gewöhnlich nach dem Ausführungsgange der Keimröhren zu an Grösse zunehmend, und aus einer structurlosen Hülle mit einem flüssigen, feinkörnigen Inhalte bestehend. Es fehlt diesen Keimen das für das Ei charakteristische Keimbläschen mit dem Keimfleck. Die ersten am Keime hervortretenden Organe sind die Füsse, dann die Fresswerkzeuge. Nun zeigen sich vom Bauchtheile aus die Körpersegmente, während der übrige Inhalt zu den Fortpflanzungs- und Verdauungsorganen verwendet wird. Die letzte Generation sind die geschlechtlich getrennten Blattläuse.

4. Der Generationswechsel der Salpen.

Die zusammengesetzten Salpen oder Salpenketten und

die einfachen Salpen sind zusammengehörige Generationen derselben Arten, in der Weise, dass die einfachen Salpen (*proles solitaria*) Salpenketten, die Individuen der Salpenketten aber (*proles gregata*) nur einfache Salpen gebären. Die zusammengesetzten Salpen sind schon im Embryonalzustande organisch verbunden und entwickeln sich als Fötusketten in einer besonderen Generationshöhle (Keimhöhle) der solitären Salpen. In jeder Fötuskette sind zwei Reihen von Embryonen enthalten und zwei bis drei verschiedene Sätze, indem jedesmal nur ein Satz, dessen Individuen nahebei dieselbe Grösse haben, geboren wird. Jede vereinzelte Salpe gebiert also in verschiedenen Zeiträumen, jenachdem sich die Sätze der Fötuskette entwickeln, mehrere Salpenketten. Die Individuen der Kette, welche der vereinzelten Salpe, von der sie erzeugt sind, nicht gleichen, bleiben naturgemäss wahrscheinlich ihr ganzes Leben hindurch in Verbindung. Jedes von ihnen bringt immer nur einen einzelnen Fötus hervor, der nicht der Mutter, sondern der Grossmutter gleicht. Auch dieser Fötus scheint sich nicht aus einem Ei zu entwickeln, sondern als blosser Keim zu entstehen, und da auch die vereinzelten Salpen keine Spur von Hoden und wahren Eierstöcken zeigen, so hätten wir in den Salpen die Erscheinung eines merkwürdigen Generationswechsels ohne eine geschlechtlich sich fortpflanzende Generation. Unter diesen Umständen, wenn nicht etwa dennoch die wahren Geschlechtsverhältnisse bis jetzt verborgen geblieben sind, ist es schwer, zu sagen, welche der Salpenformen die höhere sei. Da ihre innere Organisation, wegen der grossen Uebereinstimmung, nicht entscheidet, so muss hier wohl das Mass der individuellen Freiheit den Ausschlag geben, und darin stehen allerdings die vereinzelten über den zusammengeketteten Salpen.

J. Steenstrup, Ueber den Generationswechsel. Kopenhagen 1842. Ueber den Generationswechsel der Salpen vergl. Sars, *Fauna littoralis Norvegiae. Christiania* 1846. p. 63 sqq.

J. Victor Carus, Zur näheren Kenntniss des Generationswechsels. Leipzig 1849. (Trematoden, Aphiden.)

Viertes Kapitel.

Die Metamorphose.

Wir betrachten im Folgenden einige Fälle des unter dem Namen der Metamorphose bekannten Entwickelungsganges, um den zwischen ihr und dem Generationswechsel statt findenden Unterschied noch weiter klar zu machen. Verwandlungen kommen auch im Cyclus des Generationswechsels vor; es ist eine Verwandlung, wenn der infusorienartige Embryo, welcher der acalephenförmigen Knospe der *Campanularia* entschlüpft, sich festsetzt und eine scheibenförmige Gestalt annimmt, um die Grundlage des Polypenstockes zu bilden. Derselbe Fall ist mit den flimmerhaarigen Jungen der übrigen Medusen. Allein die Entwickelungsgeschichte versteht unter Metamorphose speciell die Umwandlung (auch Rückbildung) der verschiedenen äusseren und inneren Organe eines aus dem Ei sich entwickelnden Individuum, welches seinen Eltern nicht ähnlich ist, bis zu dem Zustande, wo die Aehnlichkeit mit dem Mutterthiere oder einem der Eltern völlig ausgesprochen, und es, mit Entfaltung der Geschlechtsorgane selbst wieder die Art fortzupflanzen im Stande ist. Man bedient sich auch hier des schon im vorigen Kapitel gebrauchten Ausdrucks „Larve," hier aber wieder in engerer Bedeutung. Dort kann man sowohl die Keimschläuche als die Cercarien die Larven der Trematoden nennen. Wie aber noch ferner das Princip des Generationswechsels mit der Metamorphose verknüpft werden kann,

zeigen die bei den Echinodermen sich darbietenden Erscheinungen.

1. Die Metamorphose der Polypen.

Wahrscheinlich pflanzen sich alle Polypen, neben der Theilung und Knospenbildung, zu gewissen Perioden auch durch Eier fort und in diesem Falle gehen nothwendig mit dem jungen aus dem Eie kommenden Polypen gewisse Veränderungen vor, die mit dem Uebergange aus dem freien Umherschwärmen in eine sesshafte Lebensart verbunden sind. Der Embryo verlässt das Ei als ein rundlicher, über und über mit Flimmerhaaren bedeckter Körper *). Später setzt er sich fest, verliert das Flimmerepithelium und nimmt nun erst die Polypenform an.

2. Die Metamorphose der Echinodermen.

Man kennt bis jetzt nur die Entwickelung einiger Asterien, Ophiuren und Seeigel, aus welcher hervorgeht,

---

*) Es ist merkwürdiger Weise noch Niemand eingefallen, die infusorienartigen Embryonen von *Alcyonella stagnorum* für eine Ammenform zu erklären und die Entwickelung dieses Thieres dem Generationswechsel unterzuordnen, obgleich man die Thatsachen nur einfach nach dem Princip des Generationswechsels zu deuten braucht. Es wird nämlich auch bei *Alcyonella* und verwandten Polypen erst die zweite Generation der eilegenden Form ähnlich, indem der infusorienartige Embryo, noch während er im Ei eingeschlossen ist, in seinem Inneren zwei Keime entwickelt, also für diese ein wahrer Keimschlauch, eine wahre Amme im Sinne des Generationswechsels ist. Die Amme setzt sich sehr bald nach dem Ausschlüpfen fest und verliert ihre Selbständigkeit, aber nicht ihre Nützlichkeit für das nunmehr hervortretende junge Alcyonellenpaar, indem diesem die geborstene Hülle der Amme als eine Art Gehäuse dient.

Selbst bei denjenigen Polypen, wo aus dem infusorienartigen Embryo zunächst ein einziger Polyp hervorgeht, scheinen die beiden auf einander folgenden Zustände im Verhältniss des Keimschlauches zum Keim oder der Amme zum Aufgeammten zu stehen.

dass die das Ei verlassen habenden Jungen von dem ausgewachsenen Echinoderm völlig verschieden sind, indem diese Larven einen bilateralen Typus zeigen und von ihnen häufig weiter nichts, als Magen und Darm in das Echinoderm übergeht.

Am einfachsten scheint noch die Metamorphose gewisser Asterien zu sein, z. B. von *Asteracanthion Mülleri* und *Echinaster Sarsii.* Es entsteht ein flimmerhaariger Embryo von ovaler Gestalt. An dem einen Ende bekommt er vier kolbenförmige Fortsätze und einen mittleren zwischen diesen. Das ist ein Haftapparat, durch welchen sich die Larve in der von der Mutter durch Zusammenbiegen der Arme gebildeten Bruthöhle festhält. Diess ist das Vorderende der Larve und zwischen den Fortsätzen befindet sich vielleicht der Larvenmund. Während das Hinterende der Larve eine Scheibenform annimmt, die dorsale und ventrale Seite des Seesterns sich zeigen, die Arme und Tentakeln zum Vorschein kommen, erleidet der Haftapparat eine Rückbildung und geht allmählig ganz verloren.

Eine andere Seesternlarve war früher als eigenes Thier beschrieben, als *Bipinnaria.* Ihr Körper ist vorn polypenförmig und mit mehreren beweglichen Armen versehen, nach hinten läuft er in einen Schwanz mit flossenartigen Lappen aus. An dem oberen Ende, zwischen den Armen oder Zipfeln erscheint der Seestern wie eine Knospe, umwächst den Magen der Larve, um diesen später ganz für sich zu behalten und ernährt sich durch den Mund und Schlund der Larve. Der Larvenschlund durchbohrt den Rücken des Seesternes, dessen Axe, von der dorsalen nach der ventralen Seite, sich mit der Axe der Larve kreuzt. Der Schlund der Larve reisst später von dem in die Asterie übergegangenen Magen los, und diese Stelle wird bleibend durch die Madreporenplatte bezeichnet. Viel verwickelter sind diese Verhältnisse wahrscheinlich bei

denjenigen Asterien (z. B. *Echinaster solaris M. T.*), welche mehrere Madreporenplatten besitzen.

Von höchst eigenthümlichem Aussehen sind die Larven der Ophiuren. Sie haben ein unbewegliches, von mehreren zarten Kalkstäbchen gebildetes Gestell oder Gerüst, zwischen denen ihre durchsichtige Hülle ausgespannt ist. Die Fortbewegung geschieht durch Wimperschnüre, welche auch den Bipinnarien nicht fehlen. Das Aufsprossen der Ophiuren ist der Entwickelung der Asterie an der Bipinnarie ganz analog. Die Scheibe der Ophiure umwächst den Magen der Larve und kein Theil derselben, ausser diesem, geht in die Ophiure über, deren Axe gleichfalls schief gegen die Larvenaxe gestellt ist.

Aehnlich verhält es sich bei den Seeigeln.

Es geht daraus hervor, dass wir es bei den Echinodermen, so weit wir ihre Entwickelungsgeschichte kennen, vielleicht in keinem Falle mit einer reinen Metamorphose zu thun haben, sondern dass eine dem Generationswechsel verwandte Fortpflanzung statt findet. Die Larve der Asterien, Ophiuren und Seeigel kann die Amme des Echinoderms genannt werden, da sich dieses, wie eine zweite Generation als Keim in und an ihnen erzeugt, sie bleibt aber auch Larve im engeren Sinne, da Magen und Darm, ihre wesentlichen inneren Eingeweide, auf das neue Thier vererbt werden.

3. Die Metamorphose der Kiemenwürmer.

Die Borstenwürmer bestehen eine vollkommene Metamorphose. Der Embryo verlässt als rundlicher, ganz oder zum Theil mit Flimmerhaaren bedeckter Körper das Ei und schwimmt infusorienartig umher. Nachher streckt er sich, während von dem Flimmerüberzuge nur einzelne Ciliengürtel übrig bleiben. Jetzt treten auch die ersten Andeutungen der Körpergliederung hervor mit den Anfängen der Fussstummeln und Borsten, und so, jenachdem die

Segmentation vorwärts schreitet, bilden sich die Charaktere der Species mehr und mehr aus.

4. Die Metamorphose der Crustaceen.

Mehrere Ordnungen der Crustaceen, nämlich die Rankenfüsser, Parasiten, die meisten Lophyropoden und die Phyllopoden verlassen das Ei in einer von dem ausgewachsenen Zustande sehr verschiedenen Gestalt, unter der sie aber grosse Aehnlichkeit unter einander haben. Der Körper der Jungen ist ei- oder birnförmig, trägt an dem stumpferen Vorderende ein einziges Cyclopenauge und ist mit zwei bis drei Paar Ruderfüssen mit langen Borsten versehen. Diese Larven bestehen eine mehrmalige Häutung, mit denen die Metamorphose weiter schreitet und vollendet wird. Auch die Decapoden, namentlich die Kurzschwänze erleiden eine grössere oder geringere Verwandlung.

Diese Beispiele über das Vorkommen der Metamorphose mögen genügen. Bekanntlich ist sie ausserdem bei den Insekten allgemein, und bei den Acephalen (Ascidien) und Cephalophoren (Nacktkiemern) ist sie nicht selten, während unter den Wirbelthieren die nackten Amphibien eine Verwandlung bestehen.

Sars, Beobachtungen über die Entwickelung der Seesterne. Wiegm. Arch. 1844. *Fauna littoralis Norvegiae. Christian.* 1846.

J. Müller, Ueber die Larven und die Metamorphose der Ophiuren und Seeigel. Berlin 1848.

Derselbe, Bemerkungen über die Metamorphose der Seeigel. Müll. Arch. 1848. S. 113.

Derselbe, Ueber die Bipinnarien und die Metamorphose der Asterien.

Milne-Edwards, *Observations sur le dévelopement des annélides. Ann. d. sc. n. Tom. III.* 1845.

Quatrefages, *Mémoires sur l'embryogénie des annélides. Ann. d. sc. nat. T. X.* 1848.

Ueber die Larvenzustände der niederen Crustaceen vgl. u. A. H. Burmeister, Beiträge zur Naturgeschichte der Rankenfüsser. Berlin 1834. Ferner Nordmann, Mikroskopische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellos. Thiere. 2. Heft. Berlin 1832.

M. Herold, Entwickelungsgeschichte der Schmetterlinge. Kassel u. Marburg 1815.

C. Vogt, *Recherches sur l'embryogénie des Mollusces des gastéropodes. Ann. des sc. nat. Tom. VI.* 1846.

Druckfehler und Verbesserungen.

Seite 9 Zeile 6 v. u. lies fibrös-häutige Scheide statt Knorpelscheide.
— 24 — 1 v. u. l. 1847 st. 1844.
— 30 — 5 v. o. ist hinter Gehirn einzuschalten und dem kleinen *ganglion infraoesophageum.*
— 53 — 2 v. u. l. *Eledone* st. *Cledone.*
— 61 — 18 v. o. l. Corneen st. Körnern.
— 78 — 15 v. o. ist zu streichen Echinoiden und.
— 99 — 7 v. o. lies Sprungbein st. Schwanzbein.
— 112 — 10 v. o. l. Schläfenflügel st. Schläflügel.
— 116 — 9 v. o. l. *styliformis* st. *hyoideus.*
— 118 — 13 v. o. l. Plagiostomen st. Plagistomen.
— 144 — 3 v. o. l. Leser st. Lehrer.
— 214 — 1 v. u. l. *cruralis* st. *caudalis.*
— 240 — 8 v. u. l. *arytaenoid.* st. *arythaen.*











